

22

Lęk a wyobrażenia przestrzenna

Mechanizmy kognitywne i neurobiologiczne

Marta Glinka



Poznań 2024

22

Lęk
a wyobrażenia
przestrzenna
Mechanizmy
kognitywne
i neurobiologiczne

Marta Glinka

22

Lęk a wyobrażenia przestrzenna

Mechanizmy
kognitywne
i neurobiologiczne

Marta Glinka



Poznań 2024

KOMITET NAUKOWY
Jerzy Brzeziński, Agnieszka Cybal-Michalska
Zbigniew Drozdowicz (przewodniczący), Rafał Drozdowski
Piotr Orlik, Jacek Sójka

RECENZJA
prof. dr hab. Barbara Gawda, Uniwersytet im. Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

REDAKCJA NAUKOWA
prof. UAM dr hab. Aleksandra Pilarska

PROJEKT OKŁADKI
Wydział Psychologii i Kognitywistyki UAM

REDAKCJA I KOREKTA
Klaudia Kulmińska

ŁAMANIE
Izabela Baran

Wydanie I

Publikacja finansowana z funduszy
Wydziału Psychologii i Kognitywistyki UAM

© Copyright by Wydawnictwo Nauk Społecznych i Humanistycznych
Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu 2024
© Copyright by Marta Glinka 2024

978-83-66983-44-1 (numer tomu 22)
978-83-66983-22-9 (numer kolekcji)
<https://doi.org/10.14746/9788366983441>

Wydawnictwo Nauk Społecznych i Humanistycznych
Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
60-568 Poznań, ul. Szamarzewskiego 89c
www.wnsh.amu.edu.pl, wnsh@amu.edu.pl, tel. (61) 829 22 54

Wydawnictwo Fundacji Humaniora
60-682 Poznań, ul. Biegańskiego 30A
www.funhum.home.amu.edu.pl, drozd@amu.edu.pl, tel. 519 340 555

SPIS TREŚCI

Podziękowania autorki	9
Wprowadzenie	11
1 Lęk w ujęciu psychologicznym i neurobiologicznym	15
1.1 Krótka historia i długie dzieje lęku	15
1.2 Lęk jako stan i lęk jako cecha	17
1.2.1 Charakterystyka lęku rozumianego jako stan	17
1.2.2 Lęk a stres	18
1.2.3 Charakterystyka lęku dyspozycyjnego	18
1.3 Lęk a strach	20
1.4 Ewolucyjne podstawy lęku	22
1.5 Lęk w ujęciu klinicznym	23
1.6 Poznawcze aspekty lęku	24
1.6.1 Nawracające negatywne myśli	25
1.6.2 Stronniczość uwagi	27
1.6.3 Mechanizmy stronniczości uwagi	28
1.6.4 Kliniczne znaczenie stronniczości uwagi	30
1.7 Neurobiologiczne aspekty lęku	31
1.7.1 Funkcjonalne i strukturalne zróżnicowanie neuronalne w lęku – stanie i lęku – cesze	33
1.7.2 Zmiany strukturalne mózgu w zaburzeniach lękowych...	38
1.7.3 Lęk – stan a zmiany w wydzielaniu wewnętrznym	39
1.7.4 Oś SAM i układ LC – NE	39
1.7.5 Oś HPA	41
1.8 Wzbudzanie lęku w warunkach eksperymentalnych	42
1.8.1 Protokół Tiera	43
1.8.2 Stwierdzenia Veltena	44
1.8.3 Ekspozycja na muzykę	44

1.8.4 Ekspozycja na obraz	45
1.8.5 Przywoływanie wspomnień autobiograficznych	45
1.8.6 Zagrożenie ego	46
1.9 Podsumowanie	46
2 Specyfika wyobraźni przestrzennej	49
2.1 Charakterystyka wyobraźni umysłowej	49
2.1.1 Wyobrażenia umysłowa jako niewerbalna reprezentacja świata w umyśle	50
2.1.2 Wyobrażenia umysłowa jako zjawisko quasi-percepcyjne .	51
2.1.3 Neurobiologia wyobraźni umysłowej	52
2.1.4 Funkcjonalna ekwiwalencja wyobraźni i percepcji	53
2.1.5 Mechanizm procesu oddolnego percepcji	55
2.1.6 Rola hipokampa w reprezentacji informacji o charakterze przestrzennym	57
2.1.7 Mechanizm procesu odgórnego	60
2.2 Specyfika wyobraźni obiektowej	61
2.3 Specyfika wyobraźni przestrzennej	62
2.3.1 Transformacje allocentryczne	64
2.3.2 Transformacje egocentryczne	66
2.4 Różnice płciowe w wyobraźni przestrzennej	67
2.4.1 Determinanty różnic płciowych w funkcjonowaniu wyobraźni przestrzennej	70
2.4.2 Podłoże ewolucyjne	70
2.4.3 Podłoże hormonalne	72
2.4.4 Podłoże środowiskowe	73
2.4.4.1 Komunikacja z dziećmi	73
2.4.4.2 Znaczenie zabawy	74
2.4.5 Lęk przestrzenny	75
2.5 Wyobrażenia przestrzenne a STEM i inne dziedziny	76
2.6 Trening wyobraźni przestrzennej	77
2.6.1 Klasyczne treningi wyobraźni	78
2.6.2 Nowoczesne technologie a rozwój wyobraźni przestrzennej	79
2.7 Wyobrażenia w perspektywie klinicznej	81
2.7.1 Afantazja	81
2.7.2 Wyobrażenia a zaburzenia psychiczne	83
2.8 Podsumowanie	85

3 Wpływ lęku na wyobraźnię przestrzenną	87
Wstęp	87
3.1 Lęk a wyobrażenia przestrzenna	88
3.1.1 Mechanizm wpływu lęku na procesy uwagowe	88
3.1.1.1 Oddolne i odgórne procesy uwagowe	89
3.1.1.2 Facylitacja przetwarzania treści związanych z zagrożeniem	90
3.1.1.3 Interferencja poznawcza	91
3.1.1.4 Efektywność i skuteczność działania pod wpływem lęku	92
3.1.1.5 Teoria Kontroli Uwagowej	94
3.1.1.6 Znaczenie pamięci roboczej	95
3.2 Przesłanki wpływu lęku na wyobraźnię przestrzenną	100
3.3 Obraz badań nad wpływem lęku na procesy wyobrażeniowe ..	105
3.4 Lęk a specyfika wyobrażeń	108
3.5 Podsumowanie	111
Bibliografia	115

•

PODZIĘKOWANIA AUTORKI

• • •

Pragnę złożyć wyrazy wdzięczności tym, bez których wsparcia ta książka nie miałyby szansy powstać. Dziękuję pracownikom Zakładu Psychologii Poznawczej za współpracę w latach 2015–2022 w prowadzeniu zajęć dydaktycznych z psychologii poznawczej oraz inspirujące seminaria zakładowe, które wywarły wpływ na moje postrzeganie natury procesów umysłowych i emocjonalnych. Szczególne podziękowania kieruję do Promotor mojej pracy doktorskiej, prof. UAM dr hab. Aleksandry Parobkiewicz-Jasielskiej, za wskazówki i pomoc udzielaną w trakcie prowadzenia badań oraz pisania dysertacji. Równolegle pragnę podziękować najbliższym obecnym współpracownikom z Zakładu Psychologii Pracy i Organizacji – prof. UAM dr hab. Teresie Chirkowskiej-Smolak oraz dr. Jarosławowi Grobelnemu za satysfakcjonującą zespołową pracę laboratoryjną, w której mam możliwość z jednej strony wykorzystywać wiedzę z obszaru neuronauki poznawczej, a z drugiej modyfikować posiadane struktury poznawcze. Dziękuję, że przez ostatni rok wytrwale kibicowaliście mi w ukończeniu pracy. Jej treść zawiera wskazówki i uwagi udzielone przez prof. UMCS Barbarę Gawdę, która zgodziła się podjąć napisania recenzji książki. Jestem niezmiernie wdzięczna Pani Profesor za okazaną życzliwość na etapie recenzowania doktoratu, jak i niniejszej publikacji.

Ukończenie tej pracy nie byłoby możliwe bez wsparcia moich najbliższych. Szczególną wdzięczność czuję do mojego Męża Adama za wspierającą obecność przez cały proces pisania książki.

•

WPROWADZENIE

• • •

Ludzki umysł wykonuje nieprawdopodobną pracę planowania, analizowania oraz antycypacji. W toku ewolucji wraz z innymi procesami poznawczymi powstały i rozwinęły się zdolności czerpania z uprzednich doświadczeń wykorzystywane zarówno do oceny bieżących sytuacji, jak i predykcji. Procesy te, niezbędne w codziennym funkcjonowaniu i działaniach ukierunkowanych na cel, wspierają jednocześnie kontrolę i regulację zachowania. Ich adaptacyjność jest bezdyskusyjna, gdyż pomagają one z jednej strony dopasowywać się do warunków otoczenia, a z drugiej strony przewidywać konsekwencje własnych działań i modyfikować odpowiedzi behawioralne w ten sposób, aby uzyskać zamierzone efekty. Wszystko to wskazuje, iż umysł ludzki zdaje się „uzbrojony” w narzędzia wspierające procesy radzenia sobie z napotykanymi przeciwnościami. Dlaczego zatem ludzie doświadczają niepewności czy wręcz lęku? Skoro stany te powstają na poziomie umysłowym (jak się okaże w kolejnych rozdziałach), czy będą one również wpływały na pracę umysłu? Czy wpływ ten jest zawsze jednoznaczny?

Żyjemy w złożonym i dynamicznym środowisku, które nieustannie wymaga elastycznej adaptacji zachowania. Na przekór słynnej dychotomii „serce – rozum” wiemy dziś, za sprawą dziesiątków badań z obszaru psychologii poznawczej oraz neurobiologii, iż zachowanie, które jest w stanie odpowiedzieć na te wymagania i wspierać procesy osiągania celów, wymaga efektywnego funkcjonowania zarówno poznawczego, jak i emocjonalnego. Dane behawioralne i neurobiologiczne konsekwentnie ukazują, iż emocje i poznanie to nie dwa odseparowane moduły, a bardzo dobrze zintegrowane sieci pozostające w interakcji mającej wpływ na układ nerwowy człowieka, a co za tym idzie, jego zachowanie. Tym samym zapewniają one adaptację do zmieniających się wymogów środowiskowych.

Oznacza to, iż sfera emocjonalna nie jest w żadnym stopniu mniej ważna aniżeli sfera poznawcza, mimo że długo były sobie przeciwstawiane. Emocje oraz inne stany afektywne mają długą tradycję romantyzowania i uznawania za „domenę serca”, które jednocześnie jest „wrogiem” rozumu. Emocje, choć są czasami nieprzyjemne na płaszczyźnie subiektywnych doświadczeń, organizują funkcjonowanie człowieka i umożliwiają mu skuteczną realizację celów. Ich funkcje związane z informowaniem pozwalają regulować zachowanie w odpowiedzi do wymogów sytuacyjnych. Doświadczenie lęku nie jest przyjemne, lecz jego funkcją nie jest wywoływanie gratyfikujących stanów, a zasygnalizowanie, iż dzieje się coś zagrażającego. W ten sposób, poprzez informowanie o potencjalnym zagrożeniu, lęk przygotowuje organizm do poradzenia sobie poprzez mobilizację współczulnej gałęzi autonomicznego układu nerwowego. Zjawisko lęku doświadczanego sytuacyjnie jest powszechne, normatywne i różni się od lęku rozumianego w kategoriach względnie stałych cech lub zaburzeń lękowych.

Powszechność występowania tej emocji w różnorodnych sytuacjach inspirowała do stawiania pytań o to, jak lęk wpływa na pracę umysłu. Z dobrze ugruntowanego w psychologii prawa Yerkesa – Dodsona wynika, iż to optymalny poziom pobudzenia wspiera optymalną pracę umysłu. Zatem lęk, charakteryzujący się wysokim poziomem pobudzenia i walencją ujemną, może utrudniać wydajną pracę umysłową. Celem książki jest ukazanie mechanizmów stojących za wpływem lęku na umysł, zwłaszcza w odniesieniu do procesów wyobrażeniowych. Zgromadzone dane neurobiologiczne i behawioralne podkreślają istotność tego tematu, ale również dają wgląd w pełną niuansów rzeczywistość relacji emocji – poznanie.

Procesy wyobraźni umysłowej są interesujące ze względu na swoją heterogeniczność. Nie tak dawno temu uważano, iż bogata i plastyczna wyobraźnia jest tożsama ze sprawnym ujmowaniem relacji przestrzennych w umyśle i zarządzaniem nimi. Badania ukazują, iż procesy te znacznie różnią się od siebie na wielu rozpatrywanych płaszczyznach, a dalsza eksploracja wykazała rozwarstwienie wyobraźni przestrzennej. Wyobraźnia przestrzenna pozwala człowiekowi orientować się w trójwymiarowej przestrzeni. Funkcjonalnie wiąże się ona zarówno z osiągnięciami edukacyjnymi, jak i zawodowymi, jest m.in. predyktorem osiągania sukcesów w dziedzinach STEM. Zakłócenie jej funkcjonowania w wyniku doświadczanego lęku stanowi interesujące zagadnienie, gdyż może to częściowo wyjaśniać systematycznie wykazywaną dysproporcję udziału kobiet w STEM. W poszukiwaniu mechanizmów

leżących u podłoża relacji lęk – wyobraźnia przestrzenna z pomocą przychodzą podejścia teoretyczne ukazujące, jak lęk oddziałuje na procesy kontroli uwagi, które to z kolei są niezbędne do prawidłowego przeprowadzania wyższych operacji umysłowych.

Praca ta stanowi rozszerzenie myśli ukazanych w rozprawie doktorskiej autorki zatytułowanej „Wpływ lęku sytuacyjnego na funkcjonowanie wyobraźni przestrzennej – rola pamięci roboczej” obronionej w styczniu 2022 roku. W niniejszej publikacji skupiono się na syntezie dostępnych podejść teoretycznych wraz z wynikami badań nad wpływem lęku na procesy umysłowe, w tym procesy wyobraźni przestrzennej.

1 LĘK W UJĘCIU PSYCHOLOGICZNYM I NEUROBIOLOGICZNYM

1.1 KRÓTKA HISTORIA I DŁUGIE DZIEJE LĘKU

Choć konstrukt emocji zdaje się odmieniony przez wszystkie przypadki modeli teoretycznych i badawczych, wciąż (a może właśnie z tej przyczyny) nie doczekał się spójnej definicji (Mulligan i Scherer, 2012). Debata, czym są emocje, co je wywołuje i co odróżnia je od pozostałych stanów afektywnych, zdaje się nie mieć końca. Przyjmijmy, iż są to krótkotrwałe reakcje generowane w odpowiedzi na bodźce i pociągają za sobą szereg reakcji fizjologicznych oraz zmian w zachowaniu. Posiadają one komponent cielesny związany z odczuciami cielesnymi oraz komponent poznawczy związany ze specyficznym wzorcem uwagowym i myślowym uruchamianym w kontakcie z bodźcami, które je aktywują.

Lęk należy do repertuaru stanów afektywnych doświadczanych przez ludzi (i nie tylko)¹ i reprezentuje odpowiedź organizmu na subiektywnie identyfikowane zagrożenie. Odpowiedź ta w komponencie poznawczym manifestowana jest poprzez nastawienie umysłu na przyszłość i antycypację niepowodzeń, natomiast na poziomie cielesnym przez nieprzyjemne doznania płynące przede wszystkim z obszaru klatki piersiowej oraz brzucha. Warto już w tym miejscu zaznaczyć, iż doświadczanie lęku jest normatywne i uznawane za jedno z najczęstszych doświadczeń emocjonalnych (Kirk i in., 2022; Takagi i in., 2018). Uruchamia on lawinę procesów na różnych poziomach: behawioralnym, umysłowym, endokrynologicznym i fizjologicznym po to, aby człowiek mógł sobie poradzić z zaistniałą sytuacją. Pomimo tego, iż w jednostkowym doświadczeniu jest rozpoznawany jako stan nieprzyjemny (podobnie jak inne

¹ W modelach animalistycznych również wskazuje się na doświadczanie lęku u przedstawicieli gatunków, np. mowa o lęku u szczurów (Kaluve i in., 2022; Wang i in., 2020).

emocje popularnie określane jako negatywne: smutek, złość czy strach), ma znaczenie adaptacyjne. Podobnie jak i pozostałe emocje, informuje człowieka o tym, co się dzieje, oraz przygotowuje organizm na radzenie sobie. Za kluczową, adaptacyjną funkcję lęku uznaje się ukierunkowanie uwagi na potencjalne zagrożenia (Kirk i in., 2022).

Lękiem interesowano się od czasów antycznych, głównie za sprawą greckich i rzymskich myślicieli. W pismach Seneki czy Marka Tuliusza Cicerona można odnaleźć odniesienia do konstruktu lęku, jaki znamy współcześnie – można powiedzieć, iż antyczni filozofowie zdecydowanie wyprzedzali swoją epokę, posługując się określeniami, które dzisiaj są używane w nomenklaturze klinicznej i psychopatologii. Przykładowo Ciceron prawdopodobnie jako pierwszy oddzielił lęk odnoszący się do osobowości człowieka (łac. *anxietas*) od lęku odnoszącego się do krótkotrwałej reakcji emocjonalnej (łac. *angor*) (Crocq, 2015). W kolejnych wiekach o lęku nie wspomniano, co nie oznacza, iż nie występował on w populacji, tylko diagnozowano go pod innymi nazwami. Dopiero w XVII wieku ponownie zwrócono uwagę na ten konstrukt za sprawą traktatu angielskiego humanisty Roberta Burtona pod tytułem *Anatomia melancholii*, poświęconego depresji oraz lękowi. W kolejnych wiekach, wraz z postępem medycyny, pojawiały się opisy tego, co dzisiaj znamy jako zaburzenia lękowe, jednakże wciąż przyporządkowywano je melancholii. Dopiero na przełomie XIX i XX wieku lęk na stałe zagościł w kryteriach diagnostycznych, m.in. za sprawą amerykańskiego neurologa George'a Millera Bearda (1839–1883), który wprowadził do nomenklatury medycznej m.in. pojęcie neurastenii. W zbliżonym czasie na temat lęku publikowali niezależnie Zygmunt Freud (który uczynił z lęku główną oś swoich teorii), Emil Kraepelin oraz Pierre Janet (Crocq, 2015). W tym czasie concept lęku stał się również przedmiotem zainteresowania Charlesa Darwina, który opisywał go nie z perspektywy psychiatrycznej czy neurologicznej, ale ewolucyjnej, podkreślając funkcje i adaptacyjną rolę lęku w świecie przyrody (Öhman, 2005). W 1952 roku opublikowano pierwsze wydanie klasyfikacji zaburzeń psychicznych DSM – I, w którym lęk zaprezentowano jako symptom zaburzeń psychoneurotycznych. Połowa XX wieku to również czas, w którym odświeżono podejście do lęku w ujęciu stanu i cechy. Za sprawą badaczy Raymonda Cattella i Ivana Scheiera (Cattell i Scheier, 1958) na nowo zaczęto się przyglądać lękowi z tych dwóch perspektyw, a perspektywa ta została kompleksowo rozwinięta przez amerykańskiego psychologa Charlesa Spielberga (1966; Spielberger i in., 1995). Lata 80. XX wieku to także

czas, w którym Amerykańskie Towarzystwo Psychiatryczne uznało zaburzenia lękowe za odrębną jednostkę zaburzeń psychicznych (Bremner, 2004).

1.2 LĘK JAKO STAN I LĘK JAKO CECHA

Najczęściej spotykanym podejściem do lęku w psychologii i innych dziedzinach podejmujących tę problematykę jest ujmowanie go w sposób dwoisty. Cattell i Sheier jako pierwsi wskazali, iż lęk może być rozumiany w kategoriach cech osobniczych (wtedy mowa o lękowości czy lęku – cesze) lub w kategoriach krótkotrwałego stanu, utożsamianego z emocjami (wtedy mowa o przejściowym lęku, reakcji lękowej czy lęku – stanie) (Cattell i Scheier, 1958). Jak zasygnalizowano powyżej, w ten sposób myślano o lęku już w czasach antycznych i myśl ta została odświeżona przez amerykańskich badaczy w połowie XX wieku. Systematycznej konceptualizacji lęku jako stanu i lęku jako cechy dokonał Spielberger, a następnie zaproponował narzędzie pomiarowe pozwalające uchwycić natężenie obu zmiennych.

1.2.1 Charakterystyka lęku rozumianego jako stan

Model teoretyczny lęku rozumianego jako stan (*state anxiety*) sugeruje, by traktować ten fenomen jako odpowiedź na występującą w określonym czasie sekwencję bodźców środowiskowych lub wewnętrznych, które zostały zweryfikowane jako zagrażające. Ocena ta aktywuje motywację do radzenia sobie z dystresem poprzez mechanizmy poznawcze i behawioralne. Takie ujęcie lęku rezonuje z traktowaniem go w kategoriach emocji, które mają funkcję motywacyjną i sterują zachowaniem człowieka w realizacji celów oraz radzeniu sobie z wewnętrznymi konfliktami (Leal i in., 2017). W modelu teoretycznym Spielbergera lęk – stan wiąże w sobie komponent poznawczy – występowanie obaw i zmartwienia – oraz komponent somatyczny związany z napięciem w ciele. Jego nieodłączną częścią jest pobudzenie gałęzi współczulnej autonomicznego układu nerwowego odpowiadającej za mobilizację organizmu do radzenia sobie z zagrożeniem. Do aktywacji tej dochodzi nie tylko w sytuacji obiektywnie postrzeganego zagrożenia, ale również wtedy, gdy jest ono rozpoznawane jedynie subiektywnie, pod nieobecność faktycznych bodźców zagrażających. Właściwością lęku doświadczanego sytuacyjnie jest wysoka zmienność w zależności od czynników budzących dystres. Zatem lęku sytuacyjnego może doświadczać każda osoba i nie wiąże się on z obciążeniem lękowością rozumianą w kategoriach dyspozycji osobistych

lub zaburzeniem psychicznym. Z drugiej zaś strony, zarówno osoby cierpiące na zaburzenia lękowe, jak i osoby o wysokim poziomie lęku – cechy będą predysponowane do częstszego reagowania lękiem – stanem w przeróżnych sytuacjach subiektywnie interpretowanych jako zagrażające.

1.2.2 Lęk a stres

Częstym zagadnieniem pojawiającym się w kontekście omawiania problematyki lęku jest pytanie o to, jak konstrukt ten ma się do stresu. W potocznym dyskursie terminy te są często używane synonimicznie, a zdarza się to również podczas operacjonalizacji konstruktów i doboru odpowiedniego instrumentarium w badaniach empirycznych. Lęk – stan oraz stres stanowią oddzielne konstrukty, jednakże mają one ze sobą wiele wspólnego zarówno w zakresie podłoża neurobiologicznego, jak i efektów behawioralnych z nich wynikających.

Pojęcie stresu rozumiane jest jako postawienie organizmu w stan gotowości i aktywacji fizjologicznej i behawioralnej do radzenia sobie z czynnikami zakłócającymi jego homeostazę – rzeczywistymi lub postrzeganymi subiektywnie bodźcami nazywanymi stresorami (Selye, 1955). Czynniki te mogą mieć naturę systemiczną i pochodzić z obiektywnego źródła, np. nagłego zagrożenia zdrowia, lub naturę psychologiczną i mieć korzenie w antycypacji zagrożenia, które potencjalnie może nadejść (Koolhaas i in., 2010). Jeżeli zagrożenie jest obiektywne, jednostka w następstwie doświadcza strachu, a jeżeli jest ono jedynie przewidywane, doświadcza lęku. Zatem lęk stanowi jedną z możliwych odpowiedzi na bodźce wywołujące w człowieku stres (Daviu i in., 2019; Mercader-Rubio i Ángel, 2023).

Ujęcie to rezonuje z koncepcją Spielbergera podkreślającą, iż do lęku dochodzi wówczas, gdy ocena bodźca (stresora) prowadzi do rozpoznania go za zagrażający. Odnosząc się do omawianej w kontekście stresu reakcji „walki – zamrożenia – ucieczki” (*fight – freeze – flight*), można powiedzieć, iż lęk będzie korespondował z reakcją zamrożenia w wyniku styczności z bodźcem wzbudzającym stres. Inną możliwą reakcją na stresor jest złość, która z perspektywy funkcjonalnej prowadzić będzie do zachowania ukierunkowanego na walkę, natomiast produktem doświadczenia strachu będzie reakcja ucieczki.

1.2.3 Charakterystyka lęku dyspozycyjnego

Lęk rozumiany jako stan od czasu do czasu doświadczany jest przez większość zdrowej populacji tak jak i inne emocje. Od lęku rozumianego w kategoriach cech odróżnia go czas trwania – stanowi jedynie przejściową reakcję

na subiektywnie postrzegane zagrożenie. Z kolei lęk dyspozycyjny, inaczej określany jako lęk – cecha, rozumiany jest w kategoriach względnie trwałych² wzorców behawioralnych. W modelu Spielbergera dyspozycja ta „czyni jednostkę podatną na postrzeganie szerokiego zakresu obiektywnie niegroźnych sytuacji jako zagrażających i reagowanie na nie stanami lęku, nieproporcjonalnie silnymi w stosunku do obiektywnego niebezpieczeństwa” (1966). Zatem jednostki o podwyższonym lęku dyspozycyjnym będą miały skłonność do częstszych reakcji z poziomu lęku sytuacyjnego aniżeli jednostki o niższym natężeniu tego wymiaru. Jak wskazuje Spielberger, podłoże lęku – cechy leży we wczesnym dzieciństwie i ma on naturę wyuczanej reakcji na bodziec. Lęk rozumiany jako dyspozycja osobista stanowi relatywnie stabilną w czasie i wśród różnych sytuacji tendencję do rozpoznawania zagrożenia w sytuacjach obiektywnie z nim niezwiązanych. Odzwierciedla on skłonności do doświadczania negatywnego afektu (Watson i Clark, 1984) i neurotyzmu (Barlow i in., 2014). Osoby charakteryzujące się wysokim poziomem tej cechy wyjściowo mają wyższy poziom napięcia autonomicznego w porównaniu z osobami o niższym natężeniu lęku (Elwood i in., 2012). Trwale podwyższona aktywność współczulna wywołuje w organizmie stały tryb czuwania, co przejawia się we wzmożonej czujności osób lękowych i „wypatrywaniu” niebezpieczeństwa również w warunkach, które obiektywnie zostałyby uznane za niegroźne. Lęk rozumiany w kategorii cechy zwiększa prawdopodobieństwo występowania lęku – stanu oraz intensyfikuje go (Daviu i in., 2019; Endler i Kocovski, 2001; Spielberger, 1966).

Występowanie lęku rozumianego jako cecha ani tym bardziej lęku rozumianego jako stan nie jest uznawane za tożsame z pojawianiem się zaburzeń psychicznych. Obydwa fenomeny reprezentują ewolucyjnie uzasadnioną odpowiedź organizmu na zagrożenie, a ich główną funkcją jest wsparcie jednostki w poradzeniu sobie z tym, co postrzega za potencjalnie niosące zagrożenie (Goes i in., 2018; Takagi i in., 2018). Jednakże lęk rozumiany w kategoriach dyspozycji osobistych może stać się czynnikiem ryzyka psychopatologii lub chorób somatycznych, u podstaw których leży wspólny mianownik, jakim jest negatywna emocjonalność (M.W. Eysenck i Calvo, 1992;

² W psychologii różnic indywidualnych przyjmuje się, iż absolutna spójność czasowa czy sytuacyjna nie istnieje, gdyż człowiek nie zachowuje się zawsze w dokładnie ten sam sposób, reagując z dokładnie tym samym poziomem lęku we wszystkich sytuacjach. Teoretycy posługują się terminem *relatywna spójność* lub *koherentny sposób zachowania* (Endler i Magnusson, 1976).

Shackman i in., 2016; Sylvers i in., 2011). Podwyższony poziom lęku – cechy może wiązać się z depresją (Weger i Sandi, 2018).

Koncepcja Spielbergera do dziś jest najpopularniejszym modelem lęku, a narzędzie przez niego opracowane jest najczęściej wykorzystywanym w badaniach empirycznych. Poza tym opracowaniem istnieją propozycje konceptualizujące lęk w odmienny sposób. Przykładem jest multidymensjonalne podejście Normana Endlera i Nancy Kocovski (2001) ukazujące kontinuum, na którego jednym krańcu znajduje się obniżony poziom lęku, na środku umiarkowany poziom, a na drugim krańcu podwyższony poziom lęku. Zgodnie z tą propozycją zarówno lęk rozumiany jako cecha, jak i lęk rozumiany jako stan są konstruktami wielowymiarowymi. Lęk – cecha ma w sobie wymiar społecznej oceny, zagrożenia fizycznego, niejasności i nowości sytuacji oraz codziennych rutyn. Wymiary te nie sumują się do łącznego wyniku poziomu lękowości danej osoby, a zdaniem badaczy powinny być interpretowane oddzielnie. Z kolei lęk – stan ma w sobie wymiar poznawczy związany ze zmartwieniem i wymiar autonomiczny związany z pobudzeniem emocjonalnym.

1.3 LĘK A STRACH

W literaturze zarówno lęk, jak i strach są rozpatrywane z perspektywy stanu, a także cechy, czego następstwem jest posługiwanie się aż czterema konstruktami: lękiem – stanem i lękiem – cechą oraz strachem – stanem i strachem – cechą (Sylvers i in., 2011). Podobnie jak w przypadku pojęć lęku i stresu, tak lęk i strach są często traktowane jako zjawiska tożsame lub będące w ścisłym związku przyczynowo-skutkowym (Beck, 2019). W części prac naukowych można zauważyć, iż badacze posługują się zamiennie pojęciem strachu i lęku, traktując je jako synonimy. Niesie to konkretne implikacje dla procesu badawczego, stawianych hipotez, a następnie konkluzji. Jeżeli badanie ma charakter eksperymentu laboratoryjnego i indukowany ma być określony stan afektywny, czasami badacze, posługując się pojęciem lęku, w rzeczywistości opisują wzbudzanie strachu i na odwrót. Takie zabiegi wprowadzają w błąd odbiorcę oraz utrudniają, a nierzadko uniemożliwiają zrozumienie badanych zależności (Sylvers i in., 2011).

Pomimo ukazanych nieścisłości większość badaczy traktuje te emocje jako odrębne fenomeny, związane z określonymi wzorcami neuronalnymi i behawioralnymi. Istnieją między nimi zasadnicze różnice. W jednej z pierwszych konceptualizacji lęku pojawiają się dwa kryteria odróżniające lęk od strachu:

(1) antycypacyjność oraz (2) brak powiązania z zewnętrznym zagrożeniem (Basowitz i in., 1954; Sylvers i in., 2011). Zgodnie z tym wskaźnikiem strach będzie manifestacją odpowiedzi na identyfikowalne zagrożenie, czyli będzie reakcją o charakterze „pobudzcowym”, a lęk jest stanem o charakterze antycypacyjnym, wywołanym przed pojawieniem się bodźca zagrażającego, a więc będzie stanowił reakcję o naturze przedbodźcowej³ (Öhman i in., 2001; Öhman, 2008). Takie podejście reprezentowane jest m.in. w modelu emocji opartym na ocenie poznawczej, w którym wskazano dwa odmienne tematy relacyjne dla emocji lęku i strachu. Zgodnie z nim podstawowym tematem relacyjnym dla lęku jest „stanie w obliczu niepewnego zagrożenia egzystencjalnego”, a dla strachu „konkretne, bezpośrednie i zniewalające zagrożenie fizyczne” (Lazarus, 1998, s. 148).

Stanowisko to pozostaje także w zgodzie z definicjami zawartymi w klasyfikacji w V edycji Klasyfikacji Zaburzeń Psychiczych Amerykańskiego Towarzystwa Psychiatrycznego (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 2013). Na gruncie tej klasyfikacji strach został zdefiniowany jako odpowiedź emocjonalna na postrzegane nieuchronne zagrożenie, a lęk jako antycypacja przyszłego potencjalnego zagrożenia. W perspektywie klinicznej rozróżnia się zaburzenia związane z lękiem, jak np. zespół lęku uogólnionego, zespół stresu pourazowego czy zespół lęku napadowego, oraz zaburzenia związane z doświadczaniem strachu, czyli fobie na podstawie kryterium zewnętrznego lub wewnętrznego źródła zagrożenia (Öhman, 2008; Power i Dalgleish, 2015).

Ciekawej optyki dostarcza Model Niepewności i Antycypacji Lęku (*Uncertainty and Anticipation Model of Anxiety*, UAMA) (Grupe i Nitschke, 2013). Jego autorzy wskazują, iż kryterium odróżnienia strachu od lęku leży w poczuciu pewności jednostki co do możliwości pojawienia się zagrożenia, czasu, w którym może się ono pojawić, oraz jego natury. W tym ujęciu istotą lęku jest niejasność i nieprzewidywalność położenia, w jakim znajduje się człowiek. Doświadczane emocje stanowią pochodną wskazówek płynących z otoczenia, które w przypadku jednoznacznej obecności źródła zagrożenia wywoływać będą emocję strachu, a w przypadku niejednoznaczności, odległości i nieprzewidywalności wzbudzać będą lęk, który ustąpi dopiero w momencie rozwiania niepewności dotyczącej zagrożenia.

³ Nawet w źródłach naukowych „przedbodźcowy” lęk określany jest mianem „irracjonalnego” (Öhman, 2008).

W alternatywnym podejściu do odróżnienia lęku od strachu wskazuje się, iż krytyczna dla oddzielenia tych dwóch emocji jest aktywność podmiotu, samo wskazywanie na obecność źródła zagrożenia jest z kolei niewystarczające (Epstein, 1972; Olatunji i in., 2013). Zgodnie z tym ujęciem doświadczanie lęku jest konsekwencją doświadczania strachu, który to z kolei nie wyzwolił żadnej reakcji behawioralnej. Jeżeli w przypadku zagrożenia reakcja ucieczki zostaje zablokowana, pojawia się lęk. Dzieje się tak przede wszystkim wtedy, gdy sytuacja pozostaje poza kontrolą człowieka. Strach z kolei uruchamia odpowiedź behawioralną w postaci ucieczki przed bodźcem wzbudzającym zagrożenie.

1.4 EWOLUCYJNE PODSTAWY LĘKU

Lęk, podobnie jak i pozostałe emocje, stanowi adaptacyjną odpowiedź na to, co się dzieje w otoczeniu człowieka (Plutchik, 1982). W podejściu ewolucyjnym wskazuje się na następujące zagadnienia towarzyszące analizie omawianych fenomenów: funkcje danych zjawisk (jakie korzyści adaptacyjne niesie określone zachowanie dla jednostki lub jej otoczenia?) oraz ich pochodzenie filogenetyczne (w jaki sposób dane zachowanie rozwijało się w toku ewolucji i czy występuje wśród innych gatunków?) (Tinbergen, 1963).

Reakcja lęku z perspektywy ewolucyjnej jest w pełni funkcjonalna, gdyż pozwala na przewidywanie i unikanie zagrożenia (Beck i Clark, 1997; Goes i in., 2018; Spielberg, 1966; Takagi i in., 2018). Geneza doświadczania lęku leży w ukształtowanych w toku ewolucji mechanizmach obronnych, mających kluczowe znaczenie dla przetrwania organizmu (Öhman, 2008). Dzięki sprawnemu systemowi percepcji możliwa jest detekcja bodźców faktycznie zagrażających (rozumiana jako reakcja pozytywna prawidłowa), jak i rozpoznanie bodźców, które wydają się zagrożeniem, mimo iż w rzeczywistości go nie stanowią (reakcja pozytywna fałszywa, tzw. „fałszywy alarm”, *false alarm*). Mechanizm fałszywego alarmu, który można też opisać jako „dmuchanie na zimne”, utrwalił się w toku ewolucji mimo tego, iż niesie za sobą koszty energetyczne i poznawcze. Jednakże jest on korzystniejszy dla człowieka aniżeli brak reakcji na faktyczne zagrożenie (reakcja negatywna fałszywa) mogący w konsekwencji prowadzić do zagrożenia zdrowia lub życia (Öhman i in., 2001). Skanowanie otoczenia i wzrost czujności w sytuacji doświadczania lęku pomagają stworzyć mentalną mapę sytuacji i przygotować środki zaradcze na postrzegane niebezpieczeństwo. Zatem doświadczanie

lęku, wraz ze swoistymi somatycznymi i poznawczymi aspektami, zwiększało w przeszłości szanse przetrwania i w ten sposób zachowało się w naturze.

1.5 LĘK W UJĘCIU KLINICZNYM

Jak zasygnalizowano wcześniej, lęk sam w sobie nie powinien być utożsamiany ze stanem psychopatologicznym wymagającym interwencji klinicznych. Jego główną utrwaloną ewolucyjnie funkcją jest przygotowanie człowieka do radzenia sobie z zagrożeniami. Istotna jest identyfikacja, gdy lęk przestaje pełnić swoje ochronne i prewencyjne funkcje i staje się dezadaptacyjny dla jednostki, niosąc negatywne następstwa dla jej dobrostanu (Belzung i Griebel, 2001; Haller i in., 2021; Hendricks i Buchanan, 2016; Sylvers i in., 2011). Lęk staje się dysfunkcyjny, gdy jednostka doświadcza go nadmiarowo lub w sytuacjach, które obiektywnie nie wzbudzają zagrożenia (Sylvers i in., 2011).

Zaburzenia lękowe są jednymi z najczęściej⁴ występujących zaburzeń psychicznych w populacji i dotyczą 4% ogólnej populacji światowej, stawiając tym samym ogromne wyzwania służbie zdrowia na całym świecie (Bandelow i Michaelis, 2015; Carpenter i in., 2018; Kessler i in., 2005). Dotyczą częściej populację kobiet aniżeli mężczyzn (Jalnapurkar i in., 2018). Występują na każdym etapie rozwojowym, jednakże u osób na etapie późnej dorosłości ich diagnoza jest bardziej wymagająca (Lenze i Wetherell, 2011). Szacuje się, iż w wyniku pandemii COVID-19 trzykrotnie wzrosło prawdopodobieństwo wystąpienia zaburzeń lękowych wśród dorosłych Amerykanów (Twenge i Joiner, 2020).

W aktualnej, piątej edycji międzynarodowej klasyfikacji zaburzeń psychicznych (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 2013) opublikowanej w 2013 roku wyróżniono następujące zaburzenia lękowe:

- separacyjne zaburzenia lękowe (*Separation Anxiety Disorder*, SAD);
- mutyzm wybiórczy (*Selective Mutism*, SM);
- fobie swoiste (*Specific Phobias*, SP);
- fobia społeczna (*Social Anxiety Disorder*, SAD);
- zaburzenie z napadami paniki (*Panic Disorder*, PD);
- agorafobia (*Agoraphobia*);
- uogólnione zaburzenie lękowe (*Generalized Anxiety Disorder*, GAD).

⁴ Inne źródła podają, iż zaburzenia lękowe należą do najczęstszych zaburzeń psychicznych (Światowa Organizacja Zdrowia, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/anxiety-disorders>, dostęp: 25.11.2024).

Zaburzeniom lękowym towarzyszą inne dolegliwości, takie jak zaburzenia snu (Peterman i in., 2016), napięciowe bóle głowy i migreny (Zwart i in., 2003), zaburzenia w funkcjonowaniu układu pokarmowego (Miwa i in., 2011), bruksizm (Przystańska i in., 2019), zaburzenia w funkcjonowaniu układu sercowo-naczyniowego (Nabi i in., 2010). Obecność psychopatologii wiąże się z ryzykiem choroby niedokrwiennej serca (Tully i in., 2013) i zawału mięśnia sercowego (Lambiase i in., 2014).

Obecność zaburzeń lękowych zwiększa prawdopodobieństwo wystąpienia zaburzeń jedno- oraz dwubiegunowych afektywnych w równoległym czasie lub w kolejnych latach życia, zarówno w okresie dziecięcym i adolescencji, jak i późnej dorosłości (Goldberg i Fagin-Jones, 2004; Goldstein-Piekarski i in., 2016; Gorman, 1996; Saha i in., 2021). Częściej zaburzeniom lękowym towarzyszy depresja w populacji kobiet aniżeli mężczyzn (Sramek i in., 2016). Współwystępowanie zaburzeń niesie za sobą ryzyko nasilenia symptomów (Bernstein i Borchardt, 1991), ale także zażywania substancji (Powell i in., 2023; Robichaud i in., 2019), prób samobójczych (Powell i in., 2023; Rohde i in., 2001) i ogólnych trudności w leczeniu (Melton i in., 2016). Depresja oraz zaburzenia lękowe współdziała ze sobą objawy związane z napięciem, negatywnym pobudzeniem emocjonalnym, anhedonią i melancholią (Grisanzio i in., 2018).

1.6 POZNAWCZE ASPEKTY LĘKU

Chociaż każda emocja niesie za sobą pewien ładunek poznawczy, chociażby przekonań, wywołanych jej wystąpieniem, to lęk pośród innych stanów emocjonalnych wypada wyjątkowo. Krótkotrwale wystąpienie tej emocji łączy się z pojawieniem się przejściowych zmian w funkcjonowaniu poznawczym, a uporczywe doświadczanie lęku w postaci cechy lub zaburzenia wiąże się z trwałymi dezadaptacyjnymi schematami poznawczymi (Carr i Francis, 2010). Poznawcze aspekty doświadczania lęku są na tyle istotne, iż w kilku narzędziach samoopisowych do badania natężenia występowania lęku w postaci cechy i stanu dokonano rozróżnienia na lęk poznawczy i lęk somatyczny (Endler i in., 1991; Ree i in., 2008; Schwartz i in., 1978). Idąc za wyróżnionymi komponentami lęku wskazuje się, iż objawy somatyczne związane z pobudzeniem współczulnym manifestowane są we wzmożonej aktywności prawopółkulowej (Nitschke i in., 1999), natomiast symptomy poznawcze związane ze zmartwieniem i antycypacją niepowodzenia odzwierciedla wzrost aktywności w lewej półkuli (Heller i in., 1997).

1.6.1 Nawracające negatywne myśli

Antycypacyjna natura lęku podkreśla, iż tematem tej emocji nie są realne obiekty, a wizje dotyczące potencjalnych zagrożeń. Ubrano je w koncept tzw. nawracających negatywnych myśli mieszczący zamartwianie się, rumienacje, niepokój i obawy. Nawracające myśli charakteryzuje niski stopień kontrolowalności ze strony jednostki, gdyż pojawiają się najczęściej automatycznie. Pojęcia te, często stosowane w literaturze zamiennie, odnoszą się do niekontrolowanego łańcucha negatywnych myśli i oczekiwań rezultatów własnych działań, antycypacji porażki, powątpiewania we własne możliwości i z troskania o swoje wyniki w sytuacjach stresujących (Borkovec i in., 1998; M.W. Eysenck i Calvo, 1992; Mathews, 1990; Morris i in., 1981; Sibrava i Borkovec, 2006). Nawracające negatywne myśli często przyjmują formę mowy wewnętrznej, monologu prowadzącego na poziomie subwerbalnym u jednostki doświadczającej lęku (Borkovec i in., 1998). W takiej sytuacji jednostka powtarza sobie w myślach zdania dotyczące negatywnej wizji siebie i przyszłości. Mogą również przyjmować formę wizualną i pojawiać się jako plastyczne obrazy umysłowe ukazujące negatywną wizję przyszłości (Mathews, 1990; Metzger i in., 1990; Sibrava i Borkovec, 2006).

Choć szukanie psychologicznego sensu w zamartwianiu się i tworzeniu przykrych wizji tego, co ma się wydarzyć, może wydawać się trudne czy wręcz irracjonalne, okazuje się, iż nawracające negatywne myśli są stosowane instrumentalnie jako mechanizm obronny tłumienia lub unikania. Strategia ta ma na celu ochronić jednostkę przed faktycznym przeżywaniem silnego negatywnego pobudzenia wywoływanego lękiem i konfrontacją z nim (Borkovec i in., 1998). Jest to zatem sposób ucieczki od spotkania z bodźcem wzbudzającym zagrożenie, gdyż jednostka zamiast uruchamiać działania zaradcze, przeżywa daną sytuację jedynie na poziomie myśli, które postrzegane są jako mniej awersyjne niż sam bodziec. Finalnie proces ten jednak nie promuje strategii radzenia sobie z lękiem i regulacji tej emocji, gdyż nie dopuszcza do kontaktu z bodźcami ją indukującymi. W takim ujęciu funkcje negatywnych myśli sprowadzają się do unikania poznawczego oraz hamowania dostępu emocjonalnego. Z drugiej strony, niepokój i obawy pojawiające się na gruncie przeżywanego lęku niosą szansę na przygotowanie człowieka na potencjalne zagrożenie (Mathews, 1990). W tej optyce traktowane są jako adaptacyjny, ewolucyjnie zachowany system umożliwiający przewidywanie tego, co ma nadejść i może mieć negatywne skutki dla

zdrowia lub życia danej jednostki lub społeczności. Nawracające negatywne myśli prowadzą do generowania wewnętrznych modeli mentalnych wydarzeń, które mają nastąpić. Taki punkt widzenia zbliża poznawcze aspekty lęku do procesów rozwiązywania problemów. Nie można jednak postawić znaku równości pomiędzy zamartwianiem się a rozwiązywaniem problemów. Procesy te odróżniają produkty działania: nawracające myśli hamują przed działaniem i sprowadzają się do powtarzania negatywnych sformułowań w myślach, podczas gdy rozwiązywanie problemów przynosi pozytywne rezultaty wypracowanych rozwiązań radzenia sobie lub przynajmniej próby ich podejmowania (Mathews, 1990). Danych na temat rozbieżności tych procesów dostarczają badania nad lękiem i zdolnością rozwiązywania problemów u weteranów wojennych ze zdiagnozowanym zespołem stresu pourazowego (Nezu i Carnevale, 1987), osób z agorafobią (Brodbeck i Michelson, 1987), a także wśród populacji ogólnej u osób o wysokim natężeniu lęku sytuacyjnego (Tallis i in., 1991).

O ile zamartwianie się jest kondycją poznawczą ukierunkowaną na przyszłość, ruminowanie odnosi się do czasu przeszłego. Ruminacje określane są jako uporczywe działania zmierzające do realizacji nieosiągniętych celów. Wywoływane są natrętnymi obawami o rozbieżności pomiędzy stanem obecnym a stanem pożądanym (Olatunji i in., 2013). Podobnie jak nawracające negatywne myśli, ruminacje cechuje powtarzalność, skupienie na materiale o ujemnej walencji emocjonalnej oraz niski stopień kontroli ze strony jednostki, gdyż pojawiają się one automatycznie z niskim udziałem woli człowieka, a także trudno zahamować ich występowanie (Wallsten i in., 2023).

Przedstawione dane ukazują, iż do pewnego stopnia poznawcze aspekty lęku w postaci nawracających negatywnych myśli są adaptacyjne. Jednak z perspektywy satysfakcjonującego działania należy wskazać, iż będą one raczej podtrzymywały nieprzyjemny stan emocjonalny, aniżeli pomagały sobie z nim radzić. Zakłócają one również normatywny przebieg procesów poznawczych, gdyż z jednej strony są nieistotne z punktu widzenia wykonywanego działania, czy wręcz intruzywne, a z drugiej strony konsumują wiele zasobów poznawczych ze względu na specyficzną treść. Gdy dostępne jednostce zasoby są poświęcane na monitorowanie doświadczanych emocji i jednoczesne intensywne procesowanie treści powiązanych z zagrożeniem, naturalnie pozostaje ich mniej na to, aby realizować postawione sobie zadania (Sarason, 1988).

1.6.2 Stronniczość uwagi

Jak wspomniano, funkcjonalność przeżywania lęku sprowadza się do przygotowywania organizmu do poradzenia sobie z zagrożeniem, czego efektem są zmiany w zachowaniu i w ciele. Normatywne są zatem procesy mające na celu facylitację rozpoznania bodźców zagrażających, tak aby jak najtrafniej na nie odpowiedzieć. Omawia się je w kontekście tzw. stronniczości (nazywanej również tendencyjnością) uwagi (*attentional bias*). Pojęcie to odnosi się do wybiórczej alokacji zasobów poznawczych. Dystrybucja zasobów poznawczych sprowadzona zostaje do bodźców wzbudzających zagrożenie, które stają się atrakcyjne dla człowieka nawet w sytuacji, gdy nie są powiązane z celem działania (Bar-Haim i in., 2007; Beck i Clark, 1997; Cisler i Koster, 2010; Mansell i in., 2008; Richards i in., 2014; Yiend, 2010). Jednocześnie dochodzi do zaniedbania przetwarzania bodźców neutralnych. Nadmierna stronniczość uwagi jest systematycznie wykazywana w badaniach nad osobami o podwyższonym poziomie lęku, natomiast zdecydowanie rzadziej obserwuje się to zjawisko wśród osób o niskim poziomie lęku (Bar-Haim i in., 2007). Normatywna, funkcjonalna stronniczość uwagi obserwowana jest od wczesnych etapów rozwoju (Wolters i in., 2012). Na utrwalenie tego zjawiska jako cechy funkcjonowania systemu uwagowego wpływają doświadczenia, poziom lęku dyspozycyjnego oraz czynniki środowiskowe (Shechner i in., 2012). Wykazywane jest w badaniach nad próbami nieklinicznymi z uczestnikami o wysokim poziomie lęku – cechy (Bradley i in., 1998).

Stronniczość uwagi częściej analizuje się w kontekście lęku – cechy aniżeli lęku – stanu. Wynika to z faktu, iż lęk rozumiany w kategoriach dyspozycji osobistych wiąże się z pewnymi utrwalonymi wzorcami kognytywnymi, do których jednostki o wysokim natężeniu tej cechy mają ułatwiony dostęp. Z kolei lęk rozumiany jako stan wiąże się przede wszystkim ze specyficznym wzorcem somatycznym wynikającym z ogólnego pobudzenia współczulnego. W literaturze można znaleźć jednak przykłady ukazujące obecność stronniczości uwagi w sytuacji doświadczania lęku przejściowego, np. podczas wykonywania zadania *dot – probe* (Mogg i Bradley, 1999). Lęk sytuacyjny będzie również wzmacniał skłonność do stronniczości uwagowej wśród osób o wysokim natężeniu lęku dyspozycyjnego (Fox i Knight, 2005; Quigley i in., 2012).

1.6.3 Mechanizmy stronniczości uwagi

U podłoża fenomenu stronniczości uwagi leżą limitowane możliwości umysłu człowieka. System uwagowy pozwala na przetwarzanie skończonej liczby informacji, które napływają do człowieka ze środowiska zewnętrznego w danej jednostce czasowej (Hutton, 2008; McNally, 2019). Przejawy stronniczości obserwowalne są w różnych stadiach procesów uwagowych, od momentu ukierunkowania się na przetwarzanie bodźca, przez podtrzymywanie na nim uwagi aż do odwrócenia od niego uwagi (Gamble i Rapee, 2009; Heeren i in., 2015; O'Toole i Dennis, 2012).

Pierwotna propozycja dotyczyła dwóch automatycznych systemów zaangażowanych w procesowanie bodźców o zagrażającej naturze (Mogg i Bradley, 1999). Zgodnie z tym podejściem pierwszy system zajmuje się diagnozą walencji bodźca (*valence evaluation system*, VES). W przypadku rozpoznania zagrożenia dochodzi do aktywacji systemu zaangażowania w cel (*goal engagement system*, GES) i alokacji zasobów uwagowych oraz diagnozy aktualnych celów. Im wyższy poziom lęku, tym niższy próg wymagany do oceny bodźca jako wzbudzającego zagrożenie przez system oceny walencji bodźca.

Obecnie mechanizmy stronniczości uwagowej analizuje się w kontekście trzech zjawisk: wzmożonej czujności (*hypervigilance*), trudności w odwróceniu uwagi⁵ (*difficulties in disengagement*) i unikania uwagowego (*attentional avoidance*). Wyjaśnienia odwołujące się do wzmożonej czujności, jak i trudności w odwróceniu uwagi nawiązują do modelu uwagi przestrzennej traktującego o procesach reorientacji uwagi z jednego punktu na drugi i procesach angażowania i wycofywania uwagi pomiędzy kolejnymi procesami przerzucania jej (Posner i Petersen, 1990). W związku z tym stronniczość uwagową często bada się poprzez zastosowanie tzw. zadania *dot – probe*⁶ (MacLeod i in., 1986), które pozwala uchwycić procesy alokacji oraz odwracania uwagi, a także automatyczne i strategiczne stadia stronniczości poprzez stosowanie zróżnicowanego czasu ekspozycji bodźców (Koster i in., 2005). Zadanie to przeprowadzane jest w wersji zawierającej bodźce w postaci nacechowanych emocjonalnie oraz neutralnych wyrazów lub obrazów (najczęściej są to fotografie przedstawiające zróżnicowane ekspresje mimiczne). W klasycznej

⁵ Wyjaśnienie to jest omawiane również w kontekście tzw. hipotezy podtrzymywania uwagi (*maintenance*).

⁶ Inne nazwy tego zadania przytaczane w literaturze anglojęzycznej to *attentional probe task*, *attentional deployment task*, *visual probe paradigm* (Schmukle, 2005).

procedurze zadanie rozpoczyna się od ekspozycji uczestnika na punkt fiksacji, po którym następuje prezentacja trwająca 500–1000 ms pary bodźców rozmieszczonych po obu stronach punktu fiksacji. Po jednej stronie umieszczony zostaje bodziec nacechowany emocjonalnie, a po drugiej bodziec neutralny. Następnie bodźce znikają z ekranu, a w lokalizacji jednego z nich eksponowana jest kropka, na którą należy jak najszybciej zareagować poprzez wykonanie określonego ruchu (np. kliknięcie prawego lub lewego przycisku myszy). Zgodnie z założeniami autorów zadania pierwotna ekspozycja bodźców prowadzi do alokacji zasobów uwagowych po jednej ze stron punktu fiksacji, co przekłada się na krótszy czas reakcji na pojawiającą się po nich kropkę. Zatem w sytuacji, gdy kropka zostanie umieszczona po tej samej stronie, co nacechowany emocjonalnie bodziec (np. ekspresja mimiczna wyrażająca przerażenie), czas reakcji będzie krótszy niż w przypadku styczności z materiałem o neutralnej naturze. Interpretacje wyników dotyczą z jednej strony szybkiej alokacji zasobów uwagowych na bodźcach nacechowanych emocjonalnie, a z drugiej strony podtrzymywania uwagi na tym materiale i trudności z jej odwróceniem od tych bodźców (E. Fox i in., 2002).

Zarówno hipoteza wzmożonej czujności, jak i trudności w odwracaniu uwagi ujmują problematykę stronniczości uwagowej w podobny sposób, tzn. ukazują, iż lęk prowadzi do zakłóceń w funkcjonowaniu systemu uwagowego, których konsekwencją jest nadmierne skupienie na bodźcach potencjalnie zagrażających. Odminną optykę przyjęto na gruncie zdecydowanie rzadziej eksplorowanego unikania uwagowego.

Mechanizm wzmożonej czujności ukazuje, iż doświadczanie lęku facylituje detekcję bodźców potencjalnie zagrażających i orientuje uwagę na nich (Yiend, 2010). Zgodnie z tym ujęciem stronniczość uwagowa wzmacnia doświadczany lęk poprzez ciągle podnoszenie świadomości zagrożeń. Z perspektywy neurobiologicznej procesy wzmożonej czujności kontrolowane są przez aktywność ciała migdałowatego (Pourtois i in., 2013). Ciało migdałowe posiada dwukierunkowe połączenia z obszarami czuciowymi, co wpływa na przetwarzanie bodźców nacechowanych emocjonalnie i odpowiada za wczesne automatyczne procesy lokowania uwagi na źródle zagrożenia (J. LeDoux, 2007). Kolejne procesy uwagowe związane z przetwarzaniem bodźców generujących lęk mają bardziej strategiczną naturę i odpowiadają za nie wyższe obszary korowe, m.in. obszar kory przedczołowej (Cisler i Koster, 2010). W metaanalizie obejmującej badania nad ruchami gałek ocznych podczas przeszukiwania pola percepcyjnego ukazano, iż osoby

o podwyższonym poziomie lęku, jak i osoby z zaburzeniami lękowymi wykazują wzorce zachowania typowe dla wzmożonej czujności w porównaniu z grupami kontrolnymi (Armstrong i Olatunji, 2012).

Z kolei mechanizm utrudnionego odwracania uwagi wskazuje na trudności z odcinaniem uwagi od bodźców o zagrażającej naturze w porównaniu z bodźcami o neutralnym charakterze. Również to zjawisko traktuje się jako wzmacniające doświadczany lęk, gdyż dostępne jednostce zasoby poznawcze lokowane są na źródle zagrożenia, co z kolei prowadzi do rozproszenia uwagi i utrudnia wykonywanie zadań. U podłoża trudności z odwracaniem uwagi znajdują się zniekształcone procesy kontroli uwagowej, których normatywnym celem jest organizacja, monitorowanie oraz regulacja alokacji zasobów poznawczych (Derryberry i Reed, 2002). W sytuacji stronnictwa uwagi dochodzi do zaburzenia kontroli uwagowej, co w konsekwencji wywołuje trudności z odwracaniem uwagi od zagrożenia (M.W. Eysenck i in., 2007).

Relatywnie najmniej uwagi w badaniach naukowych poświęcono zjawisku unikania uwagowego (*attentional avoidance*). Pojęcie to reprezentuje procesy relokacji uwagi z bodźca zagrażającego na bodziec neutralny (Cisler i Koster, 2010). W przeciwieństwie do niskiego stopnia świadomości i wysokiego zautomatyzowania procesów czujności i podtrzymywania uwagi na zagrożeniu, unikanie uwagowe jest procesem wolicjonalnym i celowym. Zjawisko to, chociaż stojące w opozycji do omówionych procesów podtrzymywania i przerzucania uwagi, nie pozwala na adekwatną konfrontację z bodźcem i w konsekwencji podtrzymuje napięcie lękowe. W badaniach nad unikaniem uwagowym wykazano, iż jest to strategia obierana przez osoby o wysokim poziomie lęku – cechy. Gdy osobom o wysokim i niskim natężeniu tej cechy prezentowano emotogenne obrazy z zestawu IAPS (*International Affective Picture System*) o charakterze neutralnym i walencji negatywnej, jednostki cechujące się podwyższonym lękiem angażowały się w przetwarzanie bodźców neutralnych, natomiast unikały przetwarzania bodźców awersyjnych przy ekspozycji trwającej od 200 ms (Koster i in., 2006). Podobnych wniosków dostarczyły badania nad ekspozycją trwającą 250 ms (Mackintosh i Mathews, 2003) oraz 500 ms (Derryberry i Reed, 2002).

1.6.4 Kliniczne znaczenie stronnictwa uwagi

W przypadku utrwalonych wzorców umysłowych wybiórczego przetwarzania informacji mowa o udziale stronnictwa uwagowej w etiologii i podtrzymywaniu zaburzeń lękowych (Beck, 1976). W części prac naukowych

wykazano, iż stronniczość uwagowa stanowi produkt doświadczania lęku (Bar-Haim i in., 2007), a w części, iż predysponuje ona do rozwoju lękowości (MacLeod i Rutherford, 1992; Bar-Haim i in., 2010; MacLeod i Mathews, 2012). Kompromisem jest uznanie dwukierunkowości tej relacji, w której oba czynniki pozostają w sprzężeniu zwrotnym (Koster i in., 2009; Mathews i in., 1990; Van Bockstaele i in., 2014). W wąskich próbach klinicznych tendencyjność uwagową obserwowano wśród pacjentów z PTSD (Buckley i in., 2000), fobią społeczną (Clark i McManus, 2002; Heinrichs i Hofmann, 2001; Musa i Lépine, 2000), zaburzeniami obsesyjno-kompulsyjnymi (Summerfeldt i Endler, 1998), zespołem lęku uogólnionego (Mogg i Bradley, 2005), napadami lęku panicznego (McNally, 2019). Jednakże stronniczość uwagowa rozpoznawana jest także poza obszarem zaburzeń lękowych. Obecnie traktuje się ją jako zjawisko transdiagnostyczne występujące także na gruncie innych zaburzeń psychicznych (Rogers i in., 2020; Garland i Howard, 2014). Wykazano skłonność do stronniczości uwagi m.in. w depresji (Peckham i in., 2010), zaburzeniach jedzenia (Dobson i Dozois, 2004) oraz uzależnieniach (Field i Cox, 2008).

W badaniach prowadzonych przez Denise Rogers i współpracowników (2020) wśród pacjentów cierpiących na depresję i na zaburzenia lękowe odnotowano różne wzorce stronniczości uwagowej. Okazało się, iż pacjenci z depresją częściej wykazywali wzorce typowe dla czujności – unikania, a pacjenci z zaburzeniami lękowymi częściej wykazywali wzorce charakterystyczne dla opóźnionego wycofania. W badaniach nad osobami o wysokim poziomie lęku społecznego wykazano wyższy poziom stronniczości uwagowej w kierunku prezentowanych ekspresji mimicznych wyrażających negatywne emocje (Pishyar i in., 2004).

1.7 NEUROBIOLOGICZNE ASPEKTY LĘKU

Biologia ewolucyjna ukazuje, iż początkowe reakcje na zagrożenie wiązały się z prymitywnym i automatycznym odruchem wzdrygnięcia⁷ (*startle*

⁷ Odruch wzdrygnięcia odnosi się do odpowiedzi organizmu na nagły dźwięk i utrzymuje się przez całe życie, przy czym istnieje indywidualnie zróżnicowana podatność na reagowanie w ten sposób związana m.in. z aktualnym poziomem pobudzenia czy historią traum (Grillon, 2008). Jest czymś innym niż tzw. odruch Moro obserwowalny u niemowląt, pojawiający się w styczności z różnorodnymi bodźcami i zanikający około szóstego miesiąca życia, gdy przekształca się w odruch wzdrygnięcia (D.A. Ince i in., 2019).

reflex) generowanym przez monosynaptyczne neurony wzgórza (Grillon i Baas, 2002). Z biegiem czasu, gdy rozwijał się umysł w toku ewolucji i procesy poznawcze umożliwiające sposoby gromadzenia informacji na temat bodźców zagrażających, ukształtowały się zaawansowane sposoby reagowania na zagrożenie. Produktem tych zmian było powstanie procesów umożliwiających predykcję zagrożenia, a co za tym idzie – przygotowanie się na nie. Doprowadziło to m.in. do stworzenia mentalnych wzorców wyczekiwania wystąpienia bodźców potencjalnie zagrażających, czyli czujności (Kim i Gorman, 2005).

Pomiary prowadzone z użyciem technik neuroobrazowania dowiodły, iż lęk rozumiany jako stan i lęk rozumiany jako cecha reprezentowane są przez obszary mózgowe zróżnicowane pod względem struktury, jak i funkcji. Identyfikacja struktur neuroanatomicznych istotnych dla przeżywania lęku jest kluczowa dla poznania i zrozumienia mechanizmów związanych z tym fenomenem. Dotyczy to m.in. atypowych zjawisk ujmowanych w perspektywie poznawczej: podwyższonej reaktywności i czujności, wysokiej wrażliwości na sygnały płynące z ciała oraz obniżonej zdolności regulacji emocji (Gawda i Szepietowska, 2016). Zgodnie z najnowszą wiedzą trwałe doświadczanie lęku w postaci cechy (i/lub zaburzenia) reprezentują przede wszystkim zmiany strukturalne w mózgu, z kolei krótkotrwałe doświadczanie tej emocji reprezentują głównie zmiany funkcjonalne (Saviola i in., 2020). Doświadczanie przejściowego lęku oznacza czasowe zakłócenie homeostazy organizmu i mimo iż prowadzi do zmian w funkcjonowaniu centralnego i autonomicznego układu nerwowego, nie implikuje trwałych zmian w strukturach neuronalnych.

Szereg odpowiedzi ze strony układu nerwowego ma na celu przygotować człowieka na poradzenie sobie z zagrożeniem, nawet jeżeli jest ono jedynie subiektywnie postrzegane, a w rzeczywistości nie jest obserwowalne. Z kolei lęk rozumiany jako względnie trwały aspekt osobowości człowieka związany jest z zasadniczymi, konsekwentnie ukazywanymi w kolejnych badaniach zmianami zarówno w sferze strukturalnej, jak i funkcjonalnej.

Identyfikacji struktur anatomicznych zaangażowanych w doświadczanie lęku w formie przejściowego stanu, relatywnie stałej dyspozycji osobistej, a także zaburzeń lękowych dokonano w oparciu o badania prowadzone na populacji ludzkiej, jak i w modelach zwierzęcych (Bishop, 2007, 2008; Daviu i in., 2019; Śladky i in., 2013; Spampinato i in., 2009; Takagi i in., 2018). Prominentną rolę w przetwarzaniu emocji, zwłaszcza lęku, przypisuje

się układowi limbicznemu, który z perspektywy filogenetycznej stanowi najstarszą część kory mózgowej (Grodd i in., 2020; MacLean, 1952). Termin *limbiczny* wprowadził do nauki Thomas Willis w 1664 roku (za: Rolls, 2015), wskazując tym samym, iż okala⁸ on pień mózgu. Przez lata badacze określali i redefiniowali struktury należące do układu limbicznego. Obecnie uznaje się, iż są to struktury położone lateralnie względem wzgórza oraz pod korą mózgową, należące do międzymózgowia podwzgórze, jądra przednie wzgórza oraz jądra uzdeczki oraz należąca do kresomózgowia opuszka węchowa, hipokamp, zakręt przyhipokampowy, sklepienie, ciało suteczkowate, przegroda przejrzysta, ciało migdałowe, zakręt obręczy i kora śródwęchowa (Catani i in., 2013).

1.7.1 Funkcjonalne i strukturalne zróżnicowanie neuronalne w lęku – stanie i lęku – cesze

Neurobiologiczne zróżnicowanie fenomenu lęku – stanu oraz lęku – cechy dobrze oddaje Potrójny Model Sieci (*Triple Network Model*) umożliwiający dynamiczne i zintegrowane podejście. Ten systemowy paradygmat zakłada istnienie trzech współzależnych sieci funkcjonalnych: sieci spoczynkowej (*default mode network*, DMN), sieci wykonawczej (*central executive network*, CEN) i sieci istotności (*salience network*, SN). Sieć spoczynkową tworzy konstelacja następujących struktur: tylna część kory obręczy (*posterior cingulate cortex*, PCC), przedklinek (*precuneus*), brzuszno-przyśrodkowa kora przedczołowa (*ventromedial prefrontal cortex*, vmPC), obszary hipokampa. Do rozpoznania działania tej sieci doprowadziły obserwacje zróżnicowanej aktywności neuronalnej w trakcie wykonywania zadań ukierunkowanych na cel oraz odpoczynku od zadań i skupiania się na świecie wewnętrznym (Shulman i in., 1997). Okazało się, iż odpoczynek od zadań ukierunkowanych na cel (*goal – directed*) skutkuje wzmożoną aktywnością tylnej kory zakrętu obręczy, grzbietowej kory przedczołowej i hipokampa (Bar i Neta, 2008).

Aktywność tej sieci rejestrowana jest przede wszystkim w stanie beczynności, w trakcie błędzenia myślami, procesów opartych na autoreferencji i introspekcji, w tym przywoływania wspomnień w pamięci autobiograficznej czy pamięci prospektywnej (Buckner i in., 2008; Kamp i in., 2018; Raichle, 2015; Raichle i Snyder, 2007). Z kolei sieć CEN obejmująca tylną

⁸ *Limbus* w języku łacińskim oznacza granicę. Inaczej układ limbiczny nazywany jest rąbkowym lub brzeżnym (Sadowski, 2022).

korę ciemieniową (*posterior parietal cortex*, PPC) wraz z grzbietowo-boczną korą przedczołową (*dorsolateral prefrontal cortex*, dlPC), wzgórze (*thalamus*) i jądro ogoniaste (*caudate*)⁹ stawiana jest w opozycji do DMN, gdyż do jej aktywności dochodzi podczas wysiłku umysłowego. Wspiera ona procesy pamięci roboczej, podejmowania decyzji oraz rozwiązywania problemów, również w kontekście regulacji emocji (Menon, 2011). Sieć istotności (SN) tworzy przednia część wyspy (*anterior insula*, AI) i grzbietowo-przednia kora obręczy (*dorsal anterior cingulate cortex*, dACC), jak i obszary podkorowe, m.in. ciało migdałowe. Zadaniem tej sieci jest rozpoznawanie oraz integrowanie interoceptywnych i emocjonalnych bodźców, zwłaszcza tych o walencji ujemnej (Menon, 2011). Sieć SN umożliwia odpowiedź organizmu na bodźce nacechowane emocjonalnie poprzez natychmiastową koordynację procesów autonomicznych i poznawczych, m.in. przekierowanie uwagi na bodźce istotne (S. Ince i in., 2023). Stanowi ona swoisty „przełącznik” pomiędzy siecią DMN a CEN, umożliwiając ukierunkowanie uwagi na zadania wymagające nakładu zasobów poznawczych lub bodźce wzbudzające emocje, a przez to istotne dla jednostki (Schimmelpfennig i in., 2023).

Badania z użyciem rezonansu magnetycznego ukierunkowane na pomiar funkcjonalnej łączności w stanie spoczynkowym (*resting state functional connectivity*) ukazały specyficzną aktywność wspomnianych sieci w zależności od tego, czy brany pod uwagę był stan czy cecha. Stały lęk w postaci cechy lub zaburzeń psychopatologicznych związany jest z trwałymi zmianami w zakresie synchronizacji i działania sieci DMN, CEN oraz SN (Geng i in., 2016; Massullo i in., 2020; Saviola i in., 2020; Sylvester i in., 2012). Badania ukazują obniżoną aktywność sieci DMN w lęku – cesze w zakresie funkcjonalnej łączności tylnego zakrętu obręczy, lewego płata skroniowego i ciemieniowego, a także zredukowaną łączność sieci DMN z ciałem migdałowym i hipokamperem (Modi i in., 2015; Saviola i in., 2020; Zidda i in., 2018). Kolejne badania potwierdziły uprzednie obserwacje, ukazując zredukowaną aktywność i synchronizację DMN u osób osiągających wysoki poziom lęku mierzonego za pomocą kwestionariusza STAI (Imperator i in., 2019).

Wyniki badań z użyciem neuroobrazowania systematycznie ukazują, iż doświadczanie lęku w postaci cechy, jak i stanu prowadzi do atypowej aktywności SN (Geng i in., 2016; Saviola i in., 2020). Przednie obszary wyspy

⁹ Sieć ta jest nazywana również siecią czołowo-ciemieniową (*frontoparietal network*) (Bertocci i in., 2023).

należącej do SN wiąże się ze świadomością emocji oraz subiektywnych polimodalnych doznań płynących z ciała (Craig, 2009; W.G. Chen i in., 2021). Wraz z pozostałymi strukturami należącymi do konstelacji SN wyspa zaangażowana jest w bazowe mechanizmy uruchamiające lęk: ocenę sytuacji oraz nadanie jej istotności emocjonalnej (Uddin i in., 2011). Nadczynność wyspy skutkująca podwyższoną wrażliwością na doznania somatyczne uznawana jest za czynnik podtrzymujący lęk (Paulus i Stein, 2006). Dodatkowo jej wzmożona aktywność związana jest z tzw. reakcją fałszywego alarmu (dmuchaniem na zimne, reakcją fałszywie pozytywną), w której zbyt dużej liczbie bodźców przypisuje się istotność emocjonalną, a w rezultacie generuje odpowiedź organizmu na wywołane emocje (Zajkowski i Jankowiak-Siuda, 2014). Przednie obszary wyspy związane są także z niepewnością, empatią i podejmowaniem ryzykownych decyzji (Singer i in., 2009), percepcją czasu (Vicario i in., 2020). U osób dotkniętych zaburzeniami lękowymi wykazano również hiperaktywność, aktywność sieci istotności (Paulus i Stein, 2006) oraz osłabienie funkcjonalnej łączności sieci spoczynkowej podczas wykonywania zadań wymagających regulacji emocji (Simmons i in., 2008). Poza wielokrotnie wskazywanym w badaniach związkiem SN z lękiem – cechą, nadczynność tej sieci obserwowana jest także u pacjentów cierpiących na chroniczne bóle, depresję, bezsenność, PTSD, a także w narcystycznych zaburzeniach osobowości (Zajkowski i Jankowiak-Siuda, 2014). Równolegle w badaniach podkreślana jest rola przedniej kory obręczy (Potvin i in., 2015; Sheena i in., 2021). Element ten odbiera dane płynące od ciała migdałowatego oraz kory czołowej (Fąfrowicz i Marek, 2008; Rolls, 2019). Łączy się z obszarami pobudzającymi autonomiczny układ nerwowy: podwzgórzem, jądrami pnia mózgu i przednią wyspą (Critchley i Harrison, 2013). Przednia kora obręczy wraz z korą przedczołową oraz hipokampem tworzą obwód reakcji wygaszania reakcji lękowej (Hartley i Phelps, 2010). Grzbietowa część tej struktury (*dorsal anterior cingulate cortex*, dACC) jest zaangażowana w procesy reaktywnej kontroli poznawczej w zakresie podtrzymywania zadań ukierunkowanych na cel oraz monitorowania sytuacji oraz w procesy kontroli proaktywnej w zakresie antycypacji (Amodio, 2010; Han i in., 2023). Z kolei okolice dziobowe (*rostral anterior cingulate cortex*, rACC) są zaangażowane w procesy emocjonalne (Fąfrowicz i Marek, 2008; Bishop, 2008; Etkin i in., 2011). Osoby o podwyższonym poziomie lęku – cechy wykazują hipoaktywność dACC, co z kolei implikuje trudności w wygaszeniu reakcji lękowej, a także sprzyja występowaniu ruminacji (Gawda i Szepietowska, 2016; Sheena i in., 2021).

Ważnym elementem SN i jednocześnie strukturą najczęściej potocznie kojarzoną z lękiem jest ciało migdałowe. Jest to kompleks trzynastu jąder położony w regionie płatów skroniowych (Sah i in., 2003). Najlepiej poznane i opisane w neurobiologii zostały następujące jądra: jądro podstawno-boczne (*basolateral amygdala*), jądro środkowe (*central amygdala*) i jądro przyśrodkowe (*medial amygdala*). Termin *ciało migdałowe* jest powszechnie stosowany wobec całej struktury, jednakże jedynie jądro podstawne ciała migdałowego kształtem przypomina migdał (J.E. LeDoux, 2009).

Ciało migdałowe odbiera informacje z układów sensorycznych i narządów wewnętrznych i wpływa na autonomiczny układ nerwowy oraz układ ruchowy (Janak i Tye, 2015; McDonald, 1998). Struktura ta jest zaangażowana zarówno w bezpośredni odbiór bodźca już na poziomie przeduważowym, jak i bardziej złożone przetwarzanie informacji (Bishop, 2007; Dolan i Vuilleumier, 2003; J.E. LeDoux, 2000). Jądra podstawne ciała migdałowego odpowiadają za dekodowanie bodźców i przypisywanie im walencji pozytywnej lub negatywnej (Daviu i in., 2019). Łączy się ono także z innymi obszarami mózgu zaangażowanymi w neurochemiczną odpowiedź na bodźce zagrażające: z pniem mózgu, podwzgórzem, prążkowiem brzuszным, miejscem sinowym i przednimi jądrami wzgórza (Catani i in., 2013; Gawda i Szepietowska, 2016; Kim i Gorman, 2005).

Pierwotnie ciało migdałowe przedstawiano w literaturze w kontekście przetwarzania bodźców indukujących strach i lęk. Obecnie wskazuje się, iż pełni ono istotną rolę w przetwarzaniu nie tylko innych negatywnych emocji (Paradiso i in., 1999), ale i pozytywnych (Bonnet i in., 2015; Cunningham i Kirkland, 2014). W lęku – cesze obserwowana jest chroniczna aktywacja ciała migdałowego, której konsekwencje dotyczą takich procesów jak selektywność uwagi na bodźce zagrażające oraz interpretacja docierających do jednostki bodźców w kontekście czynnika rodzącego zagrożenie (Gawda i Szepietowska, 2016; Knight i in., 2009). Ma to związek z procesami pamięciowymi, zwłaszcza tymi dotyczącymi bodźców indukujących pobudzenie. Modele skupione wokół paradygmatu warunkowania reakcji lęku (i/lub strachu) wskazują, iż doświadczanie lęku utrudnia regulację emocji i nabywanie reakcji ich wygaszania, przekłada się na obniżoną zdolność hamowania negatywnych wspomnień po wyciszeniu reakcji lękowej, a to z kolei skutkuje nieadaptacyjną manifestacją emocji lęku (i/lub strachu) (Steinfurth i in., 2014).

Przednie obszary zakrętu obręczy, przyśrodkowa kora przedczołowa oraz hipokamp budują tzw. obwód wygaszania reakcji lękowej, którego główną

funkcją jest hamowanie aktywności ciała migdałowatego (Gawda i Szepletowska, 2016; Hartley i Phelps, 2010). Ma to związek z pracą innego obwodu zakładającego synchronizację ciała migdałowatego z obszarami przedczołowymi w warunkach niezakłóconych doświadczaniem lęku. Doświadczanie emocji skutkuje dysbalansem pomiędzy wspomnianymi strukturami: nadczynnością pracy ciała migdałowatego z jednoczesną niedoczynnością pracy obszarów przedczołowych (Bishop, 2007). Prawdopodobnie tę obserwuje się także u osób cierpiących na zaburzenia lękowe, gdzie identyfikuje się podwyższoną aktywność ciała migdałowatego i obniżoną aktywność kory przedczołowej (Siegle i in., 2007).

Omawiając obwody neuronalne zakładające aktywną obecność rejonów przedczoła, warto bliżej przyjrzeć się korze przedczołowej należącej do płatów czołowych znajdujących się w kresomózgowiu. Tradycyjnie korze przedczołowej przypisywana jest rola materialnego, mózgowego odpowiednika funkcji wykonawczych – procesów angażowanych w regulację pracy umysłu oraz zachowania (Datta i Arnsten, 2019; Menon i D’Esposito, 2022). Obszar ten, nazywany w literaturze „sprawczym” (*doer*), odpowiada za kontrolę, regulację i hamowanie zachowania nie tylko człowieka, ale również innych naczelnych (Kenwood i in., 2022; Miller i Cohen, 2001). Leży w tym obszarze skutkują zmianami behawioralnymi takimi jak dezorganizacja, obniżone zdolności regulacji emocji, nadaktywność, trudności w wydawaniu sądów i wzmocniona podatność na dystraktory (Arnsten, 1998; Jha i in., 2004). Nieprzypadkowo te objawy są zbliżone do symptomów lęku. Funkcjonowanie kory przedczołowej jest bardzo istotne z perspektywy doświadczania tej emocji i aktywacji procesów ukierunkowanych na radzenie sobie z lękiem. Z poziomu wydzielania wewnętrznego (omówionego w dalszej części pracy) neuroprzekaznikiem wiążącym lęk i aktywność przedczołową jest norepinefryna (noradrenalina) projektowana z miejsca sinawego (Bouras i in., 2023).

Obniżona aktywność przedczołowa związana jest z trudnościami w hamowaniu reakcji na bodźce rozpraszające. Obszary przedczoła (boczne, przysrodkowe oraz oczołowe) połączone są z ośrodkami układu limbicznego, przez co powiązane są także z ciałem migdałowatym oraz pniem mózgu. Dzięki szlakom neuronalnym kory przedczołowej możliwe jest wszczęcie procesów hamowania w korze mózgowej, ciele migdałowatym oraz wzgórzu. W samym obszarze przedczołowym szlaki łączące rejonu korowe pozwalają na blokowanie dostępu do dystraktorów (redukcję tzw. „szumu”) oraz jednocześnie wzmacniają sygnały modulujące aktywność poznawczą, która pozwala

na regulację doświadczanych emocji. Z kolei szlaki łączące region przedczoła z jądrem siatkowatym wzgórza odpowiadają za mechanizmy przepływu istotnych sygnałów ze wzgórza do ośrodków korowych oraz ciała migdałowatego celem modulacji wyjścia do struktur autonomicznych. Wszelkie zakłócenia w obrębie wspomnianych szlaków utrudniają lub wręcz uniemożliwiają regulację lęku poprzez utrudnione hamowanie dystraktorów (np. intruzywnych myśli), prowadząc tym samym do dysbalansu autonomicznego, reakcji wycofania typowej dla wysokiego natężenia lęku, tendencji do rozpraszania uwagi, obniżonej koncentracji na celu oraz podwyższonej reaktywności na postrzeżone zagrożenie (Bishop i in., 2004).

1.7.2 Zmiany strukturalne mózgu w zaburzeniach lękowych

Krótkotrwałe doświadczanie lęku w postaci przemijającej emocji oddziałuje na wspomniane struktury mózgowe, generując szereg reakcji biochemicznych, jednakże nie niesie za sobą trwałych zmian. Badania uwzględniające zmiany w strukturze istoty szarej (*gray matter*) wykazały, iż trwałe lęk wiąże się ze zmianami strukturalnymi istoty szarej w obrębie sieci spoczynkowej oraz sieci istotności (Saviola i in., 2020). Wyniki te korespondują z rezultatami uzyskanymi w badaniach nad strukturą ciała migdałowatego oraz zakrętu obręczy u osób o wysokim poziomie lęku, gdzie również stwierdzono ponadprzeciętną grubość struktury (Potvin i in., 2015). Jednocześnie w pomiarach wolumetrycznych wykazano mniejszą objętość istoty szarej w obszarze dolnych części kory czołowej, zakrętu skroniowego dolnego, przedklinka, wyspy w porównaniu z jednostkami o niskim poziomie lęku (Atmaca i in., 2021; Hu i Dolcos, 2017; Miskovich i in., 2016). Warto w tym miejscu zwrócić uwagę, iż wciąż brakuje badań dokumentujących zmiany strukturalne w obrębie istoty szarej, które miałyby zachodzić w lęku – stanie (Saviola i in., 2020).

Chroniczne doświadczanie lęku obecne na gruncie zaburzeń lękowych wpływa zarówno na strukturę, jak i funkcjonowanie mózgu, co z kolei staje się czynnikiem ryzyka etiologii zaburzeń neurologicznych (np. demencji) oraz innych zaburzeń psychicznych (Mah i in., 2016). Stałe podwyższony poziom lęku związany jest ze zmianami w obrębie systemu immunologicznego i prowadzi do obniżonej odporności (Łoś i Waszkiewicz, 2021). Ta z kolei wywołuje stany zapalne w obszarze mózgu i może prowadzić do trwałych zmian strukturalnych. Biochemiczne tło przeżywania lęku związane z aktywnością osi podwzgórze – przysadka – nadnercza wraz z podtrzymaną aktywnością współczulną i jednocześnie obniżoną aktywnością przywspółczulną

tworzy sprzyjające warunki do wzrostu prozapalnych cytokin (Hendrickson i Raskind, 2016; Won i Kim, 2020). Badania prowadzone w modelach zwierzęcych ukazują, iż chroniczne doświadczanie lęku i stresu wpływa na korę przedczołową poprzez wzmożoną produkcję prozapalnych cytokin (Couch i in., 2013). Zaburzenia lękowe prowadzą do degeneracji hipokampa, o czym świadczy jego zmniejszona objętość w porównaniu z próbami kontrolnymi (Hettema i in., 2012; Terlevic i in., 2013).

1.7.3 Lęk – stan a zmiany w wydzielaniu wewnętrznym

Doświadczanie lęku – stanu wywołuje szereg procesów dających się najłatwiej zarejestrować z poziomu zachowania. Zmiany te inicjuje to, co dzieje się na znacznie trudniejszym do bezpośredniego zaobserwowania poziomie neuroendokrynologicznym. To, co w warunkach bezpiecznych pozostaje w dynamicznej homeostazie, zostaje zakłócone, aby przygotować organizm do poradzenia sobie z zagrożeniem. Mobilizację umożliwia specyficzna odpowiedź ze strony dwóch wzajemnie się stymulujących szlaków: osi współczulno-nadnerczowej i układu miejsc sinawe – noradrenalina oraz osi podwzgórze – przysadka – nadnercza (Bitsika i in., 2014; Frankiensztajn i in., 2020; Kusek i in., 2019; Padget i Glaser, 2003; Sapolsky, 2010; Jiang i in., 2004). Rezultatem łańcuchów reakcji zachodzących w obu osiach jest uwolnienie do krwi związków chemicznych wpływających na zachowanie ukierunkowane na poradzenie sobie z zagrożeniem.

1.7.4 Oś SAM i układ LC – NE

Odpowiedź fizjologiczną rozpoczyna krótkotrwała aktywacja osi współczulno-nadnerczowej i układu miejsc sinawe – noradrenalina (*sympatho – adrenal – medullary axis / locus coeruleus – norepinephrine system*, SAM / LC – NE). Umożliwia to natychmiastową reakcję organizmu na bodźce wzbudzające zagrożenie i mobilizację do działania (De Kloet i in., 2005a; De Kloet i in., 2005b; Joëls i Baram, 2009).

Praca osi SAM łączy się z funkcjonowaniem autonomicznego (inaczej wegetatywnego) układu nerwowego odpowiedzialnego za homeostazę organizmu. Sam układ autonomiczny działa niezależnie od woli człowieka oraz z niskim udziałem jego świadomości i reguluje on procesy życiowe (McCorry, 2007). Dzieli się na dwie gałęzie: współczulną, wyłaniającą się z rdzenia kręgowego, oraz przywspółczulną, mającą swój początek w nerwach czaszkowych. Gałąź sympatyczna jest szczególnie istotna z perspektywy doświadczania lęku,

gdyż odpowiada za mobilizację do poradzenia sobie z zagrożeniem oraz przebieg reakcji „walki – zamrożenia – ucieczki”. Z kolei gałąź parasympatyczna odpowiada za metabolizm oraz relaks. W sytuacji zagrażającej dochodzi do reakcji na bodziec wzbudzający lęk, czego manifestacją jest natychmiastowa aktywacja gałęzi współczulnej oraz zahamowanie pracy gałęzi przywspółczulnej (Berntson i in., 1994; Sapolsky, 2000). Znacznie rzadziej opisywana jest podsieć autonomicznego układu nerwowego nazywana trzewnym lub jelitowym układem nerwowym¹⁰ (*enteric nervous system*). Trzewny układ nerwowy komunikuje się z centralnym układem nerwowym oraz gałęziami sympatyczną i parasympatyczną, jak i działa niezależnie (Annahazi i Schemann, 2020).

W autonomicznym układzie nerwowym zachodzi przekazywanie synaptyczne z udziałem acetylocholino i katecholamin: noradrenaliny i adrenalin. Do uwolnienia pierwszego neuroprzekaźnika dochodzi na zakończeniach włókien przedzwojowych w zwojach współczulnych i przywspółczulnych, w rdzeniu nadnerczy oraz na zakończeniach przywspółczulnych włókien zazwojowych (Sadowski, 2022). Natomiast do uwalniania noradrenaliny dochodzi na zakończeniach współczulnych włókien zazwojowych, a rdzeń nadnerczy wytwarza adrenalinę. W oparciu o wydzielane do krwi związki chemiczne układ autonomiczny bywa dzielony na (1) adrenergiczny zamiast współczulnego oraz (2) cholinergiczny zamiast przywspółczulnego (Sadowski, 2022).

Drugim ogniwem należącym do osi SAM jest rdzeń nadnerczy (*adrenal medulla*, AM) stymulowany przez podwzgórze (Bitsika i in., 2014). Komórki chromafinowe rdzenia nadnerczy w sytuacji zagrażającej są pobudzane do wydzielania adrenaliny i w mniejszych ilościach noradrenaliny. Skutkuje to m.in. zwiększonym ciśnieniem krwi, zwiększonym tętnem i uwolnieniem katecholamin (Bitsika i in., 2014; Ouakinin, 2016).

Oś SAM jest kontrolowana przez LC – NE, jądro pnia mózgu regulującego procesy fizjologiczne związane z mobilizacją układu autonomicznego do radzenia sobie ze stresem. Odpowiada ono za procesy syntezy oraz uwalniania noradrenaliny (norepinefryny) do przodomózgowia, stąd system ten określa się jako układ miejsce sinawe – norepinefryna (LC – NE system) (Berridge i Waterhouse, 2003). Miejsce sinawe projektuje do obszarów mózgowych wykorzystujących ten neuroprzekaźnik: ciała migdałowatego, hipokampa,

¹⁰ Inaczej gałąź ta określana jest jako mózg trzewny lub drugi mózg (*enteric brain, second brain*) (Annahazi i Schemann, 2020).

rdzenia kręgowego, pnia mózgu, mózdzka, jąder wzgórza oraz kory nowej (Schwarz i Luo, 2015). Układ ten bierze udział w regulacji funkcji fizjologicznych, poziomu pobudzenia oraz funkcji poznawczych (Ambrosini i in., 2013; Lovett-Barron i in., 2020; Szabadi, 2013). Aktywacja układu LC – NE prowadzi do pobudzenia organizmu, a co za tym idzie, reakcji na poziomie emocjonalnym i behawioralnym. Dochodzi do wydzielania noradrenaliny wspierającej procesy radzenia sobie z zagrożeniem. Dzieje się to m.in. na drodze mobilizacji wyższych funkcji poznawczych, np. kontroli poznawczej, a także przetwarzania informacji trafiających do kanałów sensorycznych i procesów konsolidacji pamięci (Sara i Bouret, 2012). Pobudzenie tego układu wprowadza organizm w stan alarmowy, co prowadzi do zmniejszenia odczuwania potrzeby snu czy przyjmowania pokarmu. Ciągła reaktywność miejsca sinawego obserwowana jest na gruncie psychopatologii, m.in. w zaburzeniach lękowych, depresji, zespole stresu pourazowego, a także uważa się ją za czynnik ryzyka rozwoju nadciśnienia oraz chorób układu krążenia (George i in., 2013).

1.7.5 Oś HPA

Odpowiedź ze strony drugiego szlaku, osi podwzgórza – przysadka – nadnercza (*hypothalamus – pituitary – adrenal*, HPA) jest opóźniona w czasie względem reakcji ze strony osi SAM. Wywołuje ją aktywność ciała migdałowatego projektującego do neuronów podwzgórza. Podwzgórze, podobnie jak ciało migdałowate, jest zaliczane do struktur limbicznych i mieści się pomiędzy skrzyżowaniem nerwów wzrokowych a ciałami suteczkowatymi (Grodd i in., 2020; Sadowski, 2022; Traczyk i Trzebski, 2015).

Podstawowe funkcje podwzgórza wiążą się z regulacją homeostazy wewnątrzustrojowej, kontrolą wydzielania wewnętrznego oraz sterowaniem mechanizmami popędowymi i emocjami (Sadowski, 2022). Jądra przykomorowe podwzgórza (*paraventricular nucleus of the hypothalamus*, PVN) budują najwyższe piętro osi. Ich praca polega na recepcji i integracji danych dotyczących lękotwórczych bodźców (Sadowski, 2022). PVN regulują reakcje organizmu na lęk w zakresie procesów endokrynologicznych, behawioralnych i autonomicznych (Denver, 2009). Uwalniają również aktywne biologicznie substancje, które pobudzają przysadkę do wydzielania hormonów (Frankenstaedt i in., 2020; Sadowski, 2022). Sama przysadka mózgowa, będąca drugim ogniwem osi HPA, jest gruczołem umieszczonym we wgłębieniu kostnym. Ostatnim elementem osi HPA jest nadnercze, parzysty gruczoł składający się z dwóch części: rdzennej i korowej. Część rdzenna wytwarza

adrenalinę, a część korowa glikokortykosteroidy (Sadowski, 2022). W jądrach przykomorowych podwzgórza dochodzi do syntezy i wydzielania hormonu uwalniającego kortykotropinę (*corticotropic releasing hormone*, CRH) przez komórki neurosekrecyjne do krążenia wrotnego przysadki mózgowej (Davies i in., 2019). Wydzielanie CRH prowadzi do uwalniania hormonu adrenokortykotropowego (*adrenocorticotrophic hormone*, ACTH) z przysadki mózgowej (Mojs, 2010). ACTH przedostaje się do krwi i stymuluje nadnercza do produkcji glikokortykosteroidów, przy czym u ludzi jest to głównie kortyzol (Denver, 2009; Hinds i Sanchez, 2022; Sadowski, 2022). Wykazano, iż wyrzut kortyzolu w sytuacji nagle doświadczanego lęku i/lub stresu prowadzi do dezaktywacji hipokampa (Corr i in., 2021).

1.8 WZBUDZANIE LĘKU W WARUNKACH EKSPERYMENTALNYCH

Działania wykonywane przy manipulacji eksperymentalnej wzbudzania lęku należą do szerszej grupy procedur wzbudzania afektu (*mood induction procedures*, MIPs). Celem tych operacji jest umożliwienie wielokrotnej replikacji stanów emocjonalnych w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych. W laboratorium pod kontrolą eksperymentatora dochodzi do indukcji emocji, a procedura jest realizowana w taki sposób, aby zachować jak najwyższy poziom trafności zewnętrznej (ekologicznej) i odzwierciedlić stany emocjonalne, które występują w warunkach naturalnych poza sztucznie wykreowaną sytuacją eksperymentalną. Procedury wzbudzania afektu wykorzystywane są z powodzeniem do wzbudzania emocji zarówno o walencji dodatniej, jak i ujemnej, jednakże silniejsze efekty są obserwowane w przypadku indukcji emocji nieprzyjemnych (Marcusson-Clavertz i in., 2019; Westermann i in., 1996). Wzbudzanie emocji może odbywać się na drodze zastosowania jednej procedury lub kilku naraz, przy czym łączenie metod przynosi najsilniejsze efekty (Westermann i in., 1996).

Do najczęściej stosowanych metod wzbudzania lęku w warunkach eksperymentalnych należą:

- protokół Tiera;
- stwierdzenia Veltena;
- przywoływanie wspomnień autobiograficznych;
- ekspozycja uczestników na materiał o charakterze dźwiękowym;
- ekspozycja uczestników na materiał o charakterze wizualnym;
- zagrożenie ego.

1.8.1 Protokół Tiera

Protokół Tiera (*Trier Social Stress Test*; TSST) (Kirschbaum i in., 1991, 1993) uchodzi za jedno z najskuteczniejszych narzędzi do wzbudzania lęku w warunkach eksperymentalnych, co zostało potwierdzone zarówno w meta-analizie (Dickerson i Kemeny, 2004), jak i badaniach uwzględniających reakcję układu autonomicznego na wzbudzany stan (Allen i in., 2017; Kudielka i in., 2007). Istnieją dane wskazujące na dwu-, a nawet trzykrotny wzrost poziomu kortyzolu w styczności z manipulacją eksperymentalną wśród 70–80% badanych (Kudielka i in., 2007).

Zadanie to zostało opracowane w tzw. paradygmacie przygotowania wystąpienia (*speech preparation*), które uznawane jest za uniwersalny czynnik wzbudzający lęk. Składa się z części, w której uczestnik proszony jest o przygotowanie w ciągu pięciu minut, a następnie przedstawienie pięciominutowej wypowiedzi na dany temat oraz wykonanie zawilego zadania arytmetycznego, np. odliczania od liczby 1022 trzynastkami. W klasycznej wersji testu wypowiedź zakorzeniona jest w temacie rozmowy o pracę i uczestnik proszony jest o przedstawienie, dlaczego jest idealnym kandydatem na określone stanowisko. Wypowiedzi przysłuchują się sędziowie, którzy zostali poinstruowani, aby nie wykazywać żadnych reakcji na to, co mówi uczestnik. Protokół ten łączy w sobie aspekt nieprzewidywalności i antycypacji negatywnej oceny społecznej (Dickerson i Kemeny, 2004).

Narzędzie to jest z powodzeniem stosowane w badaniach nad neurobiologią stresu i lęku i jest wciąż rozwijane. Z jednej strony przeprowadzanie protokołu jest ekonomiczne, gdyż wymaga minimalnego wkładu specjalistycznego sprzętu (niezbędne są kamera oraz mikrofon wykorzystywane w części dotyczącej wystąpienia publicznego), lecz z drugiej strony może wiązać się z nakładami finansowymi, gdy wymaga uwzględnienia wskaźników biologicznych, np. odczytu poziomu kortyzolu pobranego z próbki śliny uczestników. Protokół doczekał się kilku alternatywnych wersji, np. przeznaczonej do badań grupowych (Boesch i in., 2014), badań z wykorzystaniem wirtualnej rzeczywistości (Kotlyar i in., 2017), wersji przeznaczonej dla dzieci (Rith-Najarian i in., 2014).

Protokół Tiera jest narzędziem wysoce wystandaryzowanym, jednakże w badaniach czasami wykorzystywane są poszczególne zadania wchodzące w jego skład. Dzieje się tak w przypadku przygotowania wystąpienia, które bywa samodzielną manipulacją eksperymentalną. Badanego prosi się o przygotowanie wystąpienia ustnego, które będzie prezentowane pod koniec

badania. Następnie badany przechodzi do wykonywania zadań, antycypując prezentację wypowiedzi. Oczekiwanie na prezentację wypowiedzi indukuje lęk, który z założenia ma wpływać na wykonywane zadania w procedurze eksperymentalnej. Pomimo iż przygotowanie wystąpienia funkcjonujące jako niezależne zadanie jest rzadziej stosowane niż wystandaryzowany protokół Tiera, istnieją dane wskazujące na jego skuteczność we wzbudzaniu lęku sytuacyjnego zarówno w wymiarze obiektywnym testowanym za pomocą wskaźników psychofizjologicznych, jak i subiektywnym ocenianym na podstawie metod samoopisowych (I.Y. Chen i in., 2017; Kanai i in., 2010; Wager i in., 2009).

1.8.2 Stwierdzenia Veltena

W procedurze wykorzystującej stwierdzenia Veltena (Velten, 1968) uczestników prosi się o odczytywanie zdań napisanych w pierwszej osobie liczby pojedynczej. W sformułowaniach pojawiają się odniesienia do odczuć i sytuacji związanych z afektem o walencji ujemnej. Przykładowe zdanie, które zostało wykorzystane w badaniach Roberta Nuevo i współpracowników (Nuevo i in., 2015), brzmi: „Boję się – całe moje życie powoduje we mnie napięcie i obawy. Czuję, jakbym nie miał kontroli”. Cały zestaw składa się z 40 zdań mających negatywne zabarwienie afektywne oraz 40 zdań o charakterze neutralnym. Zdania Veltena uznawane są za skuteczne narzędzie mające na celu indukcję negatywnego afektu, w tym lęku, zarówno w próbie osób młodszych, jak i starszych (L.S. Fox i in., 1998; Nuevo i in., 2015).

1.8.3 Ekspozycja na muzykę

Ekspozycja na utwory muzyczne jest dobrze udokumentowaną w badaniach naukowych formą łagodzenia lęku i przywracania równowagi w autonomicznym układzie nerwowym (Juslin i Sloboda, 2010). Od dawna wykorzystywana jest podczas formalnych interwencji terapeutycznych, jak i stosowana samodzielnie jako forma relaksacji (Huang i in., 2021; Mallik i Russo, 2022). Forma ta jest również wykorzystywana w procedurach mających na celu wzbudzić lęk i uchodzi za skuteczną formę wzbudzania emocji w laboratorium. Podczas manipulacji eksperymentalnej badani proszeni są o odsłuchanie fragmentów utworów, które na drodze badań empirycznych uznano za wzbudzające nieprzyjemne emocje. Do przykładowych utworów stosowanych w badaniach należą: *Requiem* autorstwa Gyorgy'ego Ligetiego, *Erwartung* autorstwa Arnolda Schoenberga, *Halloween* autorstwa Charlesa Ivesa (Nuevo i in., 2015; Marzillier i Davey, 2005).

1.8.4 Ekspozycja na obraz

Ekspozycja uczestników na materiał o charakterze wizualnym obejmuje prezentację materiałów w formie fragmentów obrazów lub filmów o negatywnej treści. W obrębie tego paradygmatu najbardziej znanym narzędziem jest wystandaryzowany zestaw składający się z 1182 emotogennych grafik *International Affective Picture System* (Lang i in., 1999). Celem wzbudzenia afektu negatywnego uczestnikom prezentowane są serie zdjęć o awersyjnym charakterze, przedstawiające ekspresje mimiczne negatywnych emocji, ataki zwierząt, zdjęcia z zabiegów chirurgicznych czy zdjęcia przedstawiające urazy ciała po wypadkach. Zestaw ten zawiera również bodźce wizualne o charakterze neutralnym i pozytywnym o różnym stopniu pobudzenia. Drugą popularną bazą zawierającą emotogenne obrazy jest *Emotional Picture Set* (Wessa i in., 2010). Podobnie jak system IAPS, zestaw ten jest wystandaryzowany, co umożliwia replikację i porównywanie uzyskiwanych wyników w badaniach z jego zastosowaniem (Wilson i in., 2021).

Lęk wzbudzany jest również na drodze ekspozycji na wystandaryzowane fragmenty filmów. W badaniach wykorzystywane są też inne fragmenty filmów, np. *Lśnienie* (1980), *Milczenie owiec* (1991), *Obcy* (1986), *Ptaki* (1963), *Omen II* (1978), *Co kryje prawda* (2000), *Nieznajomi* (2008) (Gross i Levenson, 1995; Hewig i in., 2005; Müller i in., 2019; Nuevo i in., 2015; Straube i in., 2010). Prezentowanie nacechowanych awersyjnie zdjęć oraz fragmentów filmów wnosi jednak pewne wątpliwości metodologiczne dotyczące rozbieżności pomiędzy tym, jakie emocje mają one wzbudzać, a tym, jakie faktycznie są indukowane w laboratorium. Przykładowo, wybrane materiały mogą generować w odbiorcach uczucie odrazy i wstrętu, a nie lęku (Kaltner i Jansen, 2014).

1.8.5 Przywoływanie wspomnień autobiograficznych

Podczas procedury przywoływania wspomnień autobiograficznych uczestnik proszony jest o sporządzenie listy 3–5 wydarzeń, które wywołały w nim intensywne doświadczenie wybranej emocji. Następnie badany proszony jest o wybranie jednego z tych wydarzeń i szczegółowe opisanie sytuacji (Lerner i Keltner, 2001; Strack i in., 1985). Metodę tę można określić jako wysoce idiosynkratyczną, gdyż zawiera w sobie odniesienia do życia osoby badanej w przeciwieństwie do metod opartych na ekspozycji na utwory muzyczne, obrazy czy materiały filmowe (Llera i Newman, 2010).

1.8.6 Zagrożenie ego

Manipulacja eksperymentalna zawierająca treści zagrażające ego polega na podawaniu informacji zwrotnych osobie badanej podważających jej zdolności i kompetencje. Przykładowo, uczestnik badania podczas wykonywanego zadania odbiera komunikaty odnoszące się do jego możliwości intelektualnych lub wyglądu (Miketta i Frieze, 2019). Manipulacja może zawierać również informacje zwrotne odwołujące się do porównań z wykonaniem tego samego zadania przez inne osoby należące do populacji uczestnika. Celem eksponowania na te treści jest zagrożenie obrazowi „ja” oraz samoocenie badanych. Czasami w procedurze zawierającej treści zagrażające ego uwypuklony zostaje aspekt badania funkcji poznawczych ze wskazaniem, iż są one miarą sprawności umysłowej człowieka, a uzyskany wynik będzie stanowił rzetelną informację na temat inteligencji osoby badanej. Aby zintensyfikować poczucie presji wśród badanych, metoda ta bywa łączona ze wzmocnieniami w postaci zachęty pieniężnej, ale także informacjami o konsekwencjach popełnionych błędów w zadaniu (Allsop i Gray, 2014).

1.9 PODSUMOWANIE

Problematyka lęku zdaje się niemalże niemożliwym do wyczerpania tematem, gdyż nie jest zarezerwowana jedynie dla dziedziny psychologii, a dotyka wiele innych dyscyplin. Na poprzednich stronach zostały zaprezentowane główne wątki dotyczące lęku, szczególnie rozumianego w kategoriach emocji bliskiej każdemu człowiekowi. Takie ujęcie lęku prowadzi do rozpoznawania go jako zjawiska adaptacyjnego i funkcjonalnego, gdyż przygotowuje człowieka do radzenia sobie z zagrożeniem. Można powiedzieć, iż przejściowe doświadczanie lęku jest zjawiskiem powszechnym i uniwersalnym. Jak każda inna emocja, lęk prowadzi do zmian na poziomie fizjologicznym oraz mentalnym. Dane naukowe dotyczące wpływu lęku na ciało są dość jednoznaczne. Inaczej wygląda to w przypadku danych na temat aspektów umysłowych. Doniesienia z badań są niejednoznaczne, a czasami wręcz sprzeczne. Wpływ tej emocji na sferę mentalną i jego konsekwencje dla procesów umysłowych (zatem dla myślenia, percepcji, pamięci, wyobrażeń, podejmowania decyzji, rozwiązywania problemów) mogą wynikać z rzeczywistości podlegającej lękowi. Stopień przejścia przez lęk kontroli nad procesami mentalnymi w takiej sytuacji zależeć może od tego, jak bardzo jest wszechogarniający

i dezorganizujący. Istnieje wiele typologii lęku (Gawda, 2017), wśród których wyróżniono m.in.: lęk biologiczny, społeczny, moralny i dezintegracyjny (Kępiński, 1977), rzeczywisty, neurotyczny i traumatyczny (Freud, 1992/1917) czy egzystencjalny, obejmujący takie aspekty jak lęk przed przeznaczeniem i śmiercią, lęk przed pustką i bezsensownością oraz lęk przed winą i potępieniem (Berman i in., 2006). Przykładowo, doświadczanie lęku wpływa m.in. na to, w jaki sposób dana jednostka myśli o lęku i jaka jest dla niej struktura tego pojęcia (Gawda, 2017). W badaniach nad fluencją werbalną wykazano, iż osoby o wysokim poziomie lęku wskazują na prozaiczne i nieekstremalne źródła, co koresponduje z naturą lękowości jako tendencją do nadawania neutralnym bodźcom charakteru zagrażającego (Gawda, 2017).

Stąd tak intrygująca jest problematyka wpływu lęku na procesy poznawcze. Stawiane w jej obszarze pytania dotyczą kierunku tego wpływu: skoro funkcją tej emocji jest mobilizacja organizmu do poradzenia sobie z zagrożeniem, czy lęk działa na nas negatywnie? Obecnie refleksje naukowe w tym temacie prowadzone są z dala od myśli filozoficznej Blaise'a Pascala: „Serce ma swoje racje, których rozum nie zna” (za: Ochsner i Phelps, 2007). Podczas gdy przez dekady sfera emocjonalnego funkcjonowania człowieka była romantyzowana i uznawana za domenę serca, które było „wrogiem” rozumu, obecne przesłanki ukazują przenikanie się dwóch rzeczywistości: poznawczej i emocjonalnej. Zanim jednak temat ten zostanie rozwinięty, omówię problematykę wyobraźni umysłowej – wyjątkowego procesu poznawczego, którego szczególnie relacje z emocjami zainspirowały do powstania tej książki.

2 SPECYFIKA WYOBRAŹNI PRZESTRZENNEJ

2.1 CHARAKTERYSTYKA WYOBRAŹNI UMYŚLOWEJ

Pojęcie wyobraźni jest bardzo pojemne, o czym można łatwo się przekonać, poszukując informacji na temat tego konstruktu w podstawowych bazach naukowych. Mieści ono w sobie odniesienia do takich aktywności, jak wyobrażanie sobie zachodu słońca nad oceanem, wizualizacja wygranych zawodów lekkoatletycznych czy obracanie w umyśle figury zgodnie z podanym kątem i przyglądanie się jej z różnych perspektyw, odnajdywanie drogi lub nawigowanie. Nie tylko intuicja, ale przede wszystkim gromadzone od wielu dekad dane empiryczne w tym miejscu podpowiadają, iż nie są to czynności tożsame, lecz każda z nich ma własną charakterystykę i będzie bazowała na innych procesach umysłowych, wspieranych przez odrębne (jednak często pozostające w pewnej relacji) szlaki neuronalne, niosąc finalnie inne konsekwencje dla zachowania człowieka.

W literaturze można natknąć się na metaforę wskazującą, iż wyobraźnia jest niczym most łączący rzeczywistość umysłową z rzeczywistością zmysłową (Keogh i Pearson, 2018). Mimo iż większość badaczy stoi na stanowisku, że wyobrażenia dostępne są w postaci każdej modalności sensorycznej, najwięcej wiadomo na temat „widzenia okiem umysłu”, a więc wyobraźni rozumianej w kategoriach zjawiska quasi-percepcyjnego. Człowiek, lecz omawiana prawidłowość aplikuje się zasadniczo do naczelnych¹¹, jest stworzeniem przetwarzającym informacje przede wszystkim poprzez percepcję wzrokową. Informuje o tym również architektura mózgu – tkanka wzrokowa zajmuje

¹¹ Z badań nad proporcją tkanki kory nowej odpowiedzialnej za przetwarzanie wzrokowe u makaków wynika, iż zajmuje ona w przybliżeniu 54%. Dla porównania, za przetwarzanie bodźców czuciowych odpowiada około 11% tkanki kory nowej, a za przetwarzanie bodźców słuchowych 3% (Van Essen i in., 1990).

zdecydowanie więcej powierzchni kory nowej w porównaniu z obszarem odpowiedzialnym za przetwarzanie bodźców trafiających do innych kanałów sensorycznych (Pearson, 2019).

2.1.1 Wyobraźnia umysłowa jako niewerbalna reprezentacja świata w umyśle

Zgodnie z zasadą podwójnego kodowania (*dual coding theory*) (Paivio, 1971) oraz jej poszerzoną wersją (Richardson, 1977) człowiek dokonuje mentalnej reprezentacji rzeczywistości poprzez zaangażowanie dwóch powiązanych ze sobą, ale jednocześnie autonomicznych systemów (inaczej nazywanych kodami): (1) werbalnego i (2) pozawerbalnego. Systemy cechuje zróżnicowanie w odniesieniu do struktury, hierarchizacji i sposobu działania, co oznacza, iż informacje napływające do człowieka są odmiennie procesowane w kodzie werbalnym, a inaczej w kodzie pozawerbalnym (Nęcka i in., 2020; Sadoski i Paivio, 2004). System werbalny angażuje wzajemnie połączone na drodze asocjacji jednostki oraz struktury reprezentacji werbalnych nazwanych na gruncie teorii podwójnego kodowania logogenami. Są one przetwarzane w sposób specyficzny dla języka, czyli powoli oraz sekwencyjnie (Nęcka i in., 2020). Z kolei system niewerbalny składa się z przestrzennie zorganizowanych reprezentacji obiektów oraz wydarzeń, które w doświadczeniach ludzkich jawią się jako obrazy wyobraźni umysłowej (*mental images*). W kontraście do logogenów, obrazy umysłowe cechuje szybkość oraz równoległość przetwarzania.

Koncepcja wspomnianych dwóch dymensji stała się bazą do wyróżnienia dwóch elementarnych stylów poznawczych. Osoby preferujące¹² przetwarzanie wzrokowe nazywane są „wzrokowcami” (*visualizers*), z kolei osoby polegające na kodzie językowym można określić jako przynależące do grupy „werbalizujących” (*verbalizers*). Zgodnie z teorią podwójnego kodowania system pozawerbalny jawi się jako monolit, zatem kategoria „wzrokowców” jest bardzo szeroka i obejmuje zarówno osoby o tzw. „bogatej wyobraźni”, jak i osoby z wysokim potencjałem zdolności przestrzennych.

Nowatorskie podejście do dwuwymiarowego ujęcia podstawowych kodów przetwarzania informacji zostało zaproponowane przez Marię Kozhevnikov i współpracowników (2005). Badacze w nawiązaniu do koncepcji podwójnego

¹² Zgodnie z tradycją przyjmuje się, iż style poznawcze wyznaczają preferencje, a nie zdolności jednostek (Matczak, 2002).

kodowania rozwinęli model stylów poznawczych, w którym dokonali rozróżnienia na trzy wymiary: styl poznawczy bazujący na przetwarzaniu wzrokowym, obiektywnym oraz przestrzennym. Współcześnie niemal jednogłośnie¹³ badacze podkreślają zróżnicowanie systemu wyobraźniowego w odniesieniu do procesów kodowania i przetwarzania danych lub, inaczej mówiąc, wyobraźni obiektywnej (*object imagery*) oraz przestrzennej (*spatial imagery*) (Farah, 1988; Kosslyn i in., 1992; Kozhevnikov i in., 2005, 2006; Kozhevnikov i Blazhenkova, 2013; D.N. Levine, 1996). Obydwa typy wyobraźni zostaną omówione w dalszej części rozdziału, w tym miejscu ich charakterystyka zostanie jedynie zasygnalizowana.

Pojęcie wyobraźni obiektywnej odnosi się do wewnętrznych reprezentacji cech obiektów takich jak kształt, kolor, wielkość czy tekstura. Z kolei pojęcie wyobraźni przestrzennej odnosi się do umysłowych reprezentacji przestrzennych relacji pomiędzy obiektami (oraz ich elementami), a także ich zmian pozycji w przestrzeni. Odrębność dwóch typów wyobraźni została potwierdzona empirycznie zarówno na poziomie behawioralnym, jak i neuronalnym.

Przesłanek do rozróżnienia dwóch typów doświadczeń wyobraźniowych dostarczają także dane pochodzące z obserwacji pacjentów neurologicznych z uszkodzeniami w obszarach mózgu istotnymi dla prawidłowego przebiegu procesów wyobraźniowych. W badaniach z lat 80. i 90. XX wieku ujawniono, iż pacjenci z lezjami skroniowymi doświadczali trudności z realizacją zadań wymagających wizualizacji obiektów, co odpowiadałoby deficytom w obrębie wyobraźni obiektywnej, natomiast nie ujawniali deficytów związanych z wykonywaniem zadań wymagających sprawnej wyobraźni przestrzennej (Farah, 1988; D.N. Levine, 1996).

2.1.2 Wyobrażenia umysłowa jako zjawisko quasi-percepcyjne

Pojęcie wyobraźni umysłowej obecne jest na gruncie psychologii od przeszło 100 lat, a ostatnie dekady systematycznych badań z obszaru neurobiologii pozwoliły na uzupełnienie wiedzy bazującej dotąd przede wszystkim na badaniach behawioralnych oraz studiach przypadków pacjentów z lezjami. Najczęściej przyjmuje się definicję zaproponowaną przez Stephena Kosslyna wskazującą, iż wyobrażenia przestrzenne to „symulacja lub odtworzenie

¹³ W literaturze można wciąż odnaleźć przykłady jednolitego traktowania systemu wyobraźniowego (np. Höffler i in., 2017), lecz dzieje się tak bardzo rzadko.

doświadczeń percepcyjnych” lub, bardziej obrazowo, „widzenie okiem umysłu” i „słyszenie uchem umysłu” (Kosslyn i in., 2001). W zbliżony sposób wypowiadał się na temat wyobraźni umysłowej polski naukowiec Piotr Francuz, pisząc, iż jest to „wewnętrzne widzenie” (2007). Do aktywizacji procesów wyobrażeniowych niezbędne są procesy pamięciowe, które umożliwiają dostęp do informacji o charakterze percepcyjnym, jednakże nie zawsze musi być to zjawisko podlegające pełnej kontroli poznawczej podmiotu¹⁴.

Procesy wyobrażeniowe przedstawiane są jako procesy odgórne, które mogą zachodzić pozbawione zewnętrznej stymulacji, a jednocześnie cechuje je wysoki stopień podobieństwa do wrażeń sensorycznych (Kosslyn i in., 1995). Do dziś badacze nie są w pełni zgodni, czy wyobraźnię umysłową możemy odnosić jedynie do doświadczeń wizualnych, czy też ma ona naturę multimodalną. Dominująca frakcja naukowców wskazuje, iż wyobrażenia umysłowa obejmuje poza kategorią wizualną aż cztery inne kategorie doświadczeń zmysłowych dostępnych gatunkowi ludzkiemu: słuchowe, dotykowe, smakowe, zapachowe (Bensafi i in., 2003; Kosslyn i in., 1995; Nanay, 2020; Schifferstein, 2009). Oznaczałoby to, iż ludzie posiadają zdolność generowania wyobrażeń nie tylko poprzez tworzenie reprezentacji wizualnych, ale także poprzez umysłowe reprezentacje dźwięków, doświadczeń chemicznych i somatycznych (Andrade i in., 2014; Pearson, 2019). Te zdolności cechuje inter- oraz intraindywidualne zróżnicowanie, przy czym badania konsekwentnie ukazują, iż ludziom najłatwiej przychodzi generowanie wyobrażeń wzrokowych oraz słuchowych, a najsłabiej zapachowych (Schifferstein, 2009).

2.1.3 Neurobiologia wyobraźni umysłowej

Mimo iż problematyka wyobraźni jest podejmowana na gruncie psychologii eksperymentalnej od czasów Francisa Galtona (1822–1911), to z badań interdyscyplinarnych wiążących psychologię z neurobiologią wiemy na jej temat najwięcej. Badania te pozwalają na pełną conceptualizację procesów wyobrażeniowych od strony materialnej – aktywności neuronalnej, która z kolei przekłada się na obraz funkcjonowania umysłu po ujęcie jej wpływu na zachowanie człowieka.

¹⁴ Istnieją przesłanki sugerujące, iż procesy wyobrażeniowe mogą zachodzić również w sposób niewolitionalny, czego najsłynniejszym przykładem są tzw. *flashbacki* – intruzywne, nawracające obrazy związane z dezintegrującym dla „ja” wydarzeniem – obecne na gruncie zaburzeń stresu pourazowego.

Mimo iż sieć spoczynkowa (DMN) wiązana jest przede wszystkim z bezczynnością i odpoczynkiem poznawczym, okazuje się mieć znaczenie dla procesów angażujących wyobraźnię. Jak wspomniano w poprzednim rozdziale, jej aktywność odnotowuje się w przypadku procesów wglądu w „ja” oraz odniesień do „ja”, m.in. przywoływania materiału w pamięci autobiograficznej lub osadzania go w przyszłości na gruncie pamięci prospektywnej (Buckner i in., 2008; Raichle, 2015; Raichle i Snyder, 2007). Zadania te nie są możliwe do zrealizowania bez czynnego udziału procesów wyobrażeniowych. Dokładniej mówiąc, wymagają one wygenerowania na płaszczyźnie mentalnej obrazów dotyczących czasu przeszłego lub przyszłego. Paradoksalnie, praca elementów sieci odpowiedzialnej za stan spoczynkowy umysłu zazębia się z pracą struktur odpowiedzialnych za konstrukcję i dekonstrukcję materiału wyobrażeniowego (Østby i in., 2012; Pearson, 2019).

2.1.4 Funkcjonalna ekwiwalencja wyobraźni i percepcji

Pochodzenia wyobrażeń należy szukać w przechowywanych w magazynach pamięci długotrwałej reprezentacjach umysłowych, które aktywują się pod nieobecność bodźców zmysłowych pochodzących ze świata zewnętrznego (Palmiero i in., 2019). To odróżnia je od percepcji, która wiąże się z rejestracją informacji w tym samym czasie, w którym docierają one do kanałów sensorycznych (Borst i Kosslyn, 2008). Procesy wyobrażeniowe i procesy percepcyjne stanowią nieodzowną część ludzkiego doświadczenia i mimo iż funkcjonują na gruncie naukowym jako oddzielne konstrukty, wiele ze sobą współdzielą. Wyobraźnia bywa nazywana „słabszą i bardziej rozmytą” siostrą percepcji (Koenig-Robert i Pearson, 2021). Zagadnienie to podjęto w ramach tzw. hipotezy funkcjonalnej ekwiwalencji wyobrażeń i percepcji (Finke, 1979). Do dzisiaj przeprowadzono wiele badań eksperymentalnych z zakresu psychologii poznawczej i neuronauki, których wyniki pozwoliły na sformułowanie wniosków, iż oba fenomeny wiele łączy pod kątem wykorzystywanych reprezentacji poznawczych oraz aktywowanych procesów, jak i zaangażowanych struktur neuronalnych w przebieg procesów. Obecnie coraz więcej badań ukazuje, że ekwiwalencja funkcjonalna dotyczy nie tylko doświadczeń percepcyjnych i wyobrażeń, ale również doświadczeń kinestetycznych i wyobrażeń (Ladda i in., 2021; Ridderinkhof i Brass, 2015; Simonsmeier i in., 2021).

Hipotezę funkcjonalnej ekwiwalencji wspierają dane pochodzące z badań behawioralnych nad zjawiskiem interferencji. Okazuje się, iż wyobraźnia zakłóca procesy przetwarzania bodźców o charakterze wizualnym w większym

stopniu aniżeli procesy przetwarzania bodźców o charakterze akustycznym (Craver-Lemley i Reeves, 1992; Segal i Fusella, 1970). Także doniesienia z badań nad tzw. skanowaniem mentalnym ukazują analogiczność procesów wyobrażeniowych do procesów percepcyjnych. Wykazano, że wyobrażanie sobie dystansów pomiędzy lokalizacjami zajmuje więcej czasu, im są one dłuższe (Borst i Kosslyn, 2008; Kosslyn, 1973). Oznacza to, iż wyobrażanie sobie pokonywania dystansu dziesięciu kilometrów zajmie więcej czasu aniżeli wyobrażanie sobie pokonywania dystansu odpowiednio krótszego.

Problematyka funkcjonalnej ekwiwalencji była eksplorowana także w badaniach z użyciem obiektywnych metod pomiarowych, m.in. neuro-obrazowania oraz okulografii. Obecnie wiadomo, iż neuronalna reprezentacja percepcji i procesów wyobrażeniowych zachodzi w rejonach kory potylicznej, ciemieniowej oraz czołowej (Dijkstra i in., 2019; Ganis i in., 2004; Pearson i in., 2015).

Normatywnie źrenice pracują, kurcząc się i rozszerzając w odpowiedzi na bodźce pochodzenia zewnętrznego (zmiany w natężeniu światła) oraz bodźce pochodzenia wewnętrznego (wysiłek poznawczy, pobudzenie emocjonalne). Niedawno przeprowadzone badania ukazują, iż takie reakcje odnotowuje się również w kontekście tworzonych obrazów umysłowych, przy czym im bardziej plastyczny (żywy) obraz, tym silniejsza odpowiedź ze strony źrenic. Z perspektywy neurobiologicznej fakt ten może tłumaczyć stymulacja pola przedpokrywowego (*area pretectalis*) składającego się z kilku jąder biorących udział w reakcji źrenic na światło. Im silniejsze wyobrażenia, tym intensywniejsza stymulacja pola, co przekłada się na odruchy źrenic (Larsen i Waters, 2018).

Badania z wykorzystaniem funkcjonalnego rezonansu magnetycznego wykazały, iż wyobrażanie sobie danego materiału generuje podobną aktywność w korze wzrokowej co oglądanie go (Reddy i in., 2010). Podobieństwo to nie jest jednolite dla całego obszaru kory wzrokowej, ale zależne od jej hierarchizacji. W wyżej położonych obszarach wzrokowych będzie ono wyższe, a w niżej położonych rejonach niższe (Horikawa i Kamitani, 2017). Dodatkowo, w tylnych rejonach kory wzrokowej jest ono zależne od plastyczności wyobraźni podmiotu oraz stopnia szczegółowości prezentowanych lub wyobrażanych bodźców (Bergmann i in., 2016; Kosslyn i Thompson, 2003). Inne badania z użyciem elektroencefalografii ukazały, iż procesy wyobrażeniowe i procesy percepcyjne współdzielą aktywność neuronalną w paśmie alpha (Xie i in., 2020).

Interesujących wniosków dostarczają również badania prowadzone nad aktywnością wzrokową podczas procesów wyobrażeńowych. Okazuje się, iż manipulacja obrazami umysłowymi wzbudza ruchy gałek ocznych pod nieobecność bodźca zewnętrznego, który mógłby te ruchy stymulować (Gurtner i in., 2021). Analogię pomiędzy ruchami gałek ocznych podczas procesów wyobrażeńowych oraz percepcyjnych opisuje tzw. zjawisko „nie patrząc na nic” (*looking at nothing phenomenon*) (Brandt i Stark, 1997; D.C. Richardson i in., 2009).

Dyskusja nad ekwiwalencją wyobraźni i percepcji jest wciąż otwarta i żywa. Przytaczane obserwacje dotyczą zdrowych neurotypowych jednostek należących do populacji ogólnej, a wnioski wyciągane na ich podstawie stoją w opozycji do danych klinicznych (Cavedon-Taylor, 2022). Dotyczą one m.in. obserwacji nad jednostkami doświadczającymi dysfunkcji nazywanej afantazją (*aphantasia*), czyli niezdolności do generowania obrazów umysłowych przy jednoczesnym zachowaniu widzenia (Keogh i Pearson, 2018).

2.1.5 Mechanizm procesu oddolnego percepcji

Dane pochodzące z badań skupionych wokół hipotezy funkcjonalnej ekwiwalencji sygnalizują, iż zarówno percepcja, jak i wyobraźnia umysłowa angażują pewne wspólne obszary architektury mózgu. Aby się lepiej przyjrzeć tym fenomenom, warto przypomnieć, że percepcja zarówno jest procesem inicjowanym przez bodźce występujące w środowisku i odbierane przez kanały sensoryczne, a następnie przetwarzane na poziomie mentalnym, jak i aktywują ją dane umysłowe, np. wstępne przygotowanie systemu poznawczego do odbioru konkretnych bodźców wynikające z posiadanych schematów poznawczych. Mowa wtedy kolejno o tzw. procesach oddolnych percepcji (*bottom – up*) uruchamianych z poziomu recepcji bodźców oraz o tzw. procesach odgórnych percepcji (*top – down*) aktywizowanych z poziomu systemu poznawczego człowieka. Procesy wyobrażeńowe z kolei mogą zachodzić jedynie z poziomu odgórnego, gdyż generowane są pod nieobecność bodźca jedynie na podstawie dostępnych danych umysłowych (Dijkstra i in., 2017; Kosslyn i Thompson, 2003).

Inicjację oddolnego procesu percepcji odpowiadającego szlakowi wzrokowemu w znaczeniu neurobiologicznym rozpoczyna rejestracja bodźców przez system receptorów zmysłowych charakterystyczny dla danej modalności. Za metaforę dla procesów oddolnych może posłużyć porównanie oka z urządzeniem rejestrującym obraz, a mózgu jako systemu dokonującego analizy

i interpretacji odebranych informacji. Do żrenicy w tęczówce wpada światło, które następnie jest rzutowane na siatkówkę oka, czyli błonę wewnętrzną zajmującą tylną powierzchnię gałki ocznej. Wyścielają ją fotoreceptory dwójakiego rodzaju: pręciki (przetwarzające obraz czarno-biały) i czopki (przetwarzające kolory).

Z fotoreceptorów sygnał jest transferowany do komórek dwubiegunowych i horyzontalnych, a następnie do komórek amakrynowych i zwojowych. Komórki zwojowe są neuronami czuciowymi przekazującymi informacje do obszaru wzgórza należącego do ośrodkowego układu nerwowego. Ich aksony łączą się i budują nerw wzrokowy łączący siatkówkę z międzymózgowiem. Punkt wyjścia poza gałkę oczną nazywany jest „plamką ślepą” (inaczej plamką Mariotte’a), gdyż jest pozbawiony receptorów. Wskutek wyzwolenia potencjału czynnościowego aksony komórek zwojowych docierają do ciała kolankowego bocznego (*lateral geniculate nucleus*, LGN) będącego jądrem wzgórza i projektującego do obszarów korowych (Pearson i Kosslyn, 2015). Informacje wizualne są odbierane przez pierwszorzędową korę wzrokową (*primary visual cortex*, PVC) ulokowaną w bruzdzie ostrogowej płatów potylicznych, nazywaną również korą prążkową lub polem V1 (Kalat, 2020; Sadowski, 2022).

W narracji na temat neurobiologii wyobrażeń nie może zabraknąć wspomnienia dwóch systemów: strumienia (inaczej szlaku) brzuszego (*ventral stream*) i strumienia grzbietowego (*dorsal stream*) odpowiedzialnych za przetwarzanie informacji wzrokowo-przestrzennych (Goodale i Milner, 1992; Ungerleider, 1994). Aktywność strumienia brzuszego (strumienia „co?”) rozpoczyna się w pierwszorzędowej korze wzrokowej i rozciąga po powierzchni brzusznej do kory skroniowej dolnej. Funkcją tego systemu jest „widzenie dla spostrzegania” i odpowiada on za rozpoznawanie i odróżnianie cech obiektów (Goodale i Milner, 1992). Strumień grzbietowy (strumień „gdzie?”) podobnie jak brzuszny biegnie od pierwszorzędowej kory wzrokowej, ale projektuje przez grzbietową powierzchnię do kory ciemieniowej tylnej, a także kory skroniowej przysrodkowo-górnej. Szlak ten odpowiada za „widzenie dla działania” poprzez umożliwianie lokalizacji położenia przestrzennego obiektów. Informacje płynące ze strumienia brzuszego i grzbietowego otrzymuje hipokamp (Ungerleider, 1994). Warto w tym miejscu zwrócić uwagę, iż obecnie nie traktuje się obu systemów jako zupełnie autonomicznych – raczej uznaje się je za zintegrowane sieci neuronalne, które współpracują ze sobą (Hutchison i Gallivan, 2018).

Procesy oddolne zachodzą jedynie na gruncie percepcji, natomiast procesy odgórne stanowią właściwość zarówno percepcji, jak i wyobraźni (Dijkstra i in., 2017). Są one inicjowane pod nieobecność bodźca jedynie na podstawie aktualnie dostępnych danych umysłowych w przypadku wyobraźni oraz na podstawie danych umysłowych po konfrontacji ze wskazówkami znajdującymi się w otoczeniu, np. bodźcami kontekstualnymi w przypadku percepcji.

2.1.6 Rola hipokampa w reprezentacji informacji o charakterze przestrzennym

W tym miejscu warto wspomnieć, jak ważną rolę pełni hipokamp w procesach związanych z wyobraźnią przestrzenną. Element ten, należący do układu limbicznego i umieszczony w płatach skroniowych mózgu, początkowo wiązano przede wszystkim z procesami uczenia się i pamięcią. Do rozpoznawalności hipokampa jako struktury odpowiedzialnej za procesy kodowania przyczyniła się przełomowa praca naukowa Williama Scoville'a i Brendy Milner (1957) napisana na podstawie obserwacji zachowania słynnego pacjenta H.M. – Henry'ego Molaisona¹⁵ dotkniętego skrajną formą amnezji w wyniku zabiegu resekcji hipokampa. Wkrótce po tym odkryciu zaczęto systematycznie badać strukturę hipokampa w kontekście jego udziału w generowaniu obrazów umysłowych o charakterze czasowo-przestrzennym z przeszłości, czyli pamięci epizodycznej czy jej specyficznej formy w postaci pamięci autobiograficznej (Milner, 1968).

Kolejne przełomowe odkrycie na temat hipokampa dotyczyło jego roli w przetwarzaniu materiału wzrokowo-przestrzennego. W latach 70. XX wieku badacze John O'Keefe oraz Jonathon Dostrovsky (1971) na podstawie badań nad szczurami odkryli tzw. komórki miejsca (*place cells*) należące do formacji hipokampa, które aktywowały się w zależności od położenia, tworząc swego rodzaju mapę mentalną miejsca, w którym znajdował się gryzoń. Komórki miejsca metaforycznie określane są jako „mózgowy GPS” będący centrum przetwarzania informacji o charakterze wzrokowo-przestrzennym (Bird i in.,

¹⁵ Historia Henry'ego Gustava Molaisona przedstawia najśłynniejszy przypadek amnezji, do której doszło w wyniku wycięcia hipokampa podczas zabiegu neurologicznego w 1953 roku. Zabieg chirurgiczny miał na celu zminimalizować napady padaczki, z którymi zmagał się pacjent od siódmego roku życia. Po jego przeprowadzeniu zaobserwowano, iż resekcja hipokampa oraz struktur przylegających (zakrętu przyhipokampowego i ciała migdałowatego) co prawda zmniejszyła napady padaczkowe, ale doprowadziła do nieodwracalnej utraty pamięci deklaratywnej u pacjenta (Jagodzińska, 2013).

2010; Sargolini i in., 2006). Przełomowe odkrycie dotyczące komórek miejsc zapoczątkowało serię badań prowadzonych przez kolejne dekady. Formację hipokampa przedstawiono jako „centrum dowodzenia” mapowania przestrzennego rzeczywistości (O’Keefe i Nadel, 1978). Odkryto sieć komórek związanych z kierunkiem głowy (*head direction cells*) – neuronów wzbudzanych w momencie skierowania głowy w danym kierunku (Knierim i in., 1995; Taube i in., 1990) – a w następnych latach sieć komórek siatkowych (*grid cells*) pracujących w korze śródwęchowej (*entorhinal cortex*) (Hafting i in., 2005; Sargolini i in., 2006). W 2008 roku dokonano kolejnego ważnego odkrycia: poznano komórki graniczne (*border/boundary cells*, *boundary vector cells*) reaktywne na granice w określonej odległości oraz kierunku (Lever i in., 2009). Budowę mentalnej mapy środowiska wspiera również aktywność komórek prędkości (*speed cells*) wzbudzanych w zależności od osiąganego prędkości przemieszczania się (Kropff i in., 2015). W 2014 roku Johnowi O’Keefe i małżeństwu May-Britt i Edvardowi Moser przyznano Nagrodę Nobla w dziedzinie fizjologii i medycyny za przełomowe odkrycia komórek będących podstawą neuronalnego systemu pozycjonującego (Burgess, 2014).

Współcześnie hipokamp ma dobrze udokumentowany status struktury odpowiedzialnej za wyobraźnię przestrzenną, a badania prowadzone na ludziach i zwierzętach wykazują silną korelację pomiędzy jego objętością a możliwościami przestrzennymi. Można wskazać trzy główne grupy badań testujących relację pomiędzy tą strukturą a wyobraźnią przestrzenną: (1) badania na owodniowcach: ssakach, ptakach i gadach oraz badania porównawcze nad homologami hipokampa na rybach, (2) badania na zdrowej populacji ogólnej ludzi, (3) badania na wąskich próbach klinicznych pacjentów z uszkodzonym hipokampem.

Mimo iż kręgowce różnią się anatomią i cytoarchitektoniką przodomózgowie, wykazują one podobne funkcje poznawcze umożliwiające im przeżycie. Z perspektywy ewolucyjnej wskazuje się, że zdolności przestrzenne rozwinęły się wśród tych gatunków, które wchodziły w interakcję ze środowiskiem zewnętrznym, aby zaspokoić elementarne potrzeby odżywiania, reprodukcji oraz bezpieczeństwa, a zatem poszukują w przestrzeni pokarmu, potencjalnych partnerów oraz miejsc schronienia (Geary, 2022). Wspólnym mianownikiem tych aktywności są czynności nawigowania w przestrzeni. Dostępne umysłowi współczesnego człowieka procesy wyobraźni przestrzennej umożliwiające poruszanie się w przestrzeni trójwymiarowej stanowią spuściznę kształtujących się na drodze ewolucji procesów reprezentowania przestrzeni.

Na podstawie filogenezy można dostrzec, iż aby umożliwić mapowanie przestrzeni i celowe poruszanie się w niej, na drodze ewolucji najpierw rozwijała się struktura określana współcześnie jako homolog hipokampa (obecny wśród współczesnych gatunków gadów), a następnie rozwijał się sam hipokamp (Murray i in., 2018). U wczesnych kręgowców homolog hipokampa łączył się z obszarem podwzgórza, jądrem przegrody, wzgórzem i płaszczem bocznym. Umożliwiał on zachowania ukierunkowane na regulację podstawowych potrzeb na podstawie percepcji i zmysłu węchu (Murray i in., 2018). Te części struktury homologa hipokampa, które znajdowały się bliżej ciała migdałowatego, wyspecjalizowały się we wspieraniu funkcji ukierunkowanych na zachowanie równowagi w organizmie, zachowań prokreacyjnych oraz reakcji afektywnych, a części bliżej pola przegrody wyspecjalizowały się w analizie pola percepcyjnego i nawigowaniu do miejsc żerowania oraz schronienia.

Odwołując się do konkretnych przykładów ze świata zwierząt, większy rozmiar hipokampa odnotowano wśród różnych gatunków ptaków wędrownych i gromadzących pokarm (Krebs i in., 1989; Rehkämper i in., 1988) oraz gryzoni (Geary, 2022; Jacobs i Spencer, 1994) gromadzących pokarm. Inne badania ukazały, iż aktywność neuronalna homologu hipokampa u ptaków na przykładzie sikorek jest zbliżona do aktywności obserwowalnej wśród ssaków (Payne i in., 2021).

Badania nad hipokampem u ludzi obejmują zarówno populację ogólną, jak i wąskie próby kliniczne. Obrazowanie pracy mózgu podczas wykonywania zadań poznawczych systematycznie ukazuje aktywizację hipokampa w trakcie zadań wymagających orientacji w przestrzeni oraz nawigowania (Burgess i in., 2002; Fyhn i in., 2004; Kühn i in., 2014; Kühn i Gallinat, 2014; Lee i in., 2012; Lövdén i in., 2012; O'Keefe, 1976; Sargolini i in., 2006). Rola hipokampa w procesach nawigacji i orientacji przestrzennej u ludzi jest jednoznacznie określona. Struktura ta jest aktywna także w trakcie wykonywania rotacji mentalnych (Wei i in., 2016), jednak istnieją też dane podważające jej zaangażowanie (Kreiman i in., 2000).

Również badania nad pacjentami z lezjami w obszarze hipokampa wskazały, iż skutkowały one trudnościami z wykonywaniem zadań angażujących wyobraźnię przestrzenną (Aguirre, 1999; Holdstock i in., 2000; Iaria i Barton, 2010). Wykazano także, że obustronne uszkodzenie hipokampa nie tylko skutkuje pogorszeniem sprawności wyobraźni przestrzennej oraz utrudnionym dostępem do wspomnień autobiograficznych, ale też wpływa na trudności w percepcji prezentowanych scen (Graham i in., 2010). Jeszcze inne

badania wskazały, iż uszkodzenia hipokampa mają wpływ na obniżenie zdolności tworzenia wyobrażeń dotyczących przyszłości i generowanie fikcyjnych obrazów w umyśle (Hassabis i in., 2007; Kwan i in., 2010).

2.1.7 Mechanizm procesu odgórnego

Procesy odgórne opisywane są zgodnie z zasadą *odwróconej hierarchii wizualnej* (*reverse visual hierarchy*), której dynamika przebiega w odwróconej kolejności niż w przypadku procesów oddolnych charakterystycznych dla percepcji (Dentico i in., 2014; Dijkstra i in., 2017; Pearson, 2019). Zgodnie z regułą odwróconej hierarchii, generowanie i podtrzymywanie wyobrażeń wywołują aktywność w obszarze przedczołowym, który odpowiada za nadzór całego procesu¹⁶. Dalej informacje są przekazywane przyśrodkowym obszarom skroniowym i powstają reprezentacje obrazowe. Jeżeli obejmują one również informacje o charakterze przestrzennym, angażowane są inne struktury jak środkowe obszary skroniowe lub ciemieniowe (Pearson, 2019; Ranganath i D'Esposito, 2005). Następnie informacje są procesowane przez hipokampa, który odpowiada za nadawanie im form przestrzennych (Bird i in., 2010). Proces odgórny kończy się w pierwszorzędowej korze wzrokowej (Pearson, 2019; Pearson i in., 2015).

Przez kilka dekad na gruncie psychologii i neuronauki toczyła się żywa dyskusja nad rolą kory wzrokowej w procesach wyobrażeniowych. Przyczyną kontrowersji były sprzeczne obserwacje, gdyż pewna część badań negowała udział kory wzrokowej w procesach wyobrażeniowych, a część potwierdzała jej aktywność. Przykładowo, badania z użyciem techniki BOLD, czyli obrazowania zależnego od poziomu utlenowania krwi (*blood oxygenation level-dependent*), nie wnosiły spójnych obserwacji. Co prawda w badaniach systematycznie identyfikowano odpowiedź neuronalną w obszarze V1, ale równie często pojawiały się też obserwacje przeczące, aby odpowiedź ta była intensywniejsza w trakcie generowania wyobrażeń w porównaniu z pomiarem spoczynkowym (Le Bihan i in., 1993; Sack i in., 2002). Współcześnie obserwowane rozbieżności tłumaczy się zróżnicowaną metodologią badawczą oraz

¹⁶ Dyskusja nad rolą kory przedczołowej w procesach odgórnych wynika z badań nad jej aktywnością, która pozostaje niezależna od typu przetwarzanych bodźców. Skłoniło to badaczy do postawienia wniosków, iż kora przedczołowa jest angażowana w podtrzymywanie obrazów umysłowych, ale nie odpowiada za ten proces. Współcześnie z dużą dozą ostrożności przypisuje się jej raczej funkcje zarządzające przebiegiem procesu wyobrażeniowego (Pearson, 2019).

różnicami indywidualnymi w zakresie możliwości wyobrażeń (Pearson, 2019; Pearson i in., 2015). Obecnie dominuje stanowisko, iż kora wzrokowa bierze udział w oddolnych i odgórnych procesach percepcyjnych oraz w odgórnych procesach wyobrażeniowych (Dentico i in., 2014; Kosslyn i Thompson, 2003; Pearson, 2019; Stokes i in., 2009).

2.2 SPECYFIKA WYOBRAŹNI OBIEKTOWEJ

Dane z obszaru neurobiologii sygnalizują, iż wyobraźnia umysłowa nie jest jednolitym konstruktem, a za jej funkcje odpowiadają powiązane ze sobą, lecz odrębne obszary mózgowie. Z perspektywy chronologicznej znacznie prędzej psychologia jako nauka zajmowała się konstruktem wyobraźni obiektowej. W tradycyjnym rozumieniu tego fenomenu, omawiając wyobraźnię obiektową, odnosi się do szczegółowości i plastyczności (żywości) generowanych obrazów umysłowych. Galton wskazywał na zdolność człowieka do tworzenia żywych, plastycznych wyobrażeń (*vividness*) jako kategorię różnic indywidualnych. Tak ujmowana wyobraźnia była oceniana na podstawie zadania „The Breakfast Table Questionnaire”, w którym proszono uczestników o wypełnienie kwestionariusza, a następnie o przypomnienie sobie stolika, na którym znajdowało się śniadanie, i opisanie tej sceny w wymiarach: (1) jasności (*Czy obraz jest zaciemniony czy raczej jasny?*), (2) kolorystyki (*Czy kolory zastawy, tostów, chleba, musztardy, mięsa i innych rzeczy, które znalazły się na stole, są dość wyraźne i naturalne?*) i (3) zdefiniowania przywoływanych w wyobraźni umysłowej obiektów (*Czy wszystkie obiekty są tak samo dobrze zdefiniowane?*). Następnie oceniano wypełnione przez uczestników kwestionariusze w sferze plastyczności wyobrażeń i porównywano z wyobrażanym stolikiem (Andrade i in., 2014). Współcześnie to badanie uznawane jest za wyjątkowe w dziejach psychologii – była to nie tylko pionierska próba zbadania zdolności generowania wyobrażeń, ale także jedno z pierwszych badanie psychologiczne weryfikujące różnice indywidualne między ludźmi.

Wyobraźnia obiektowa zatem odnosi się do reprezentacji umysłowych cech fizycznych obiektu: jego precyzyjnej formy, rozmiaru, kształtu czy jaskrawości. Osoby preferujące korzystanie z tego typu wyobraźni (*object imagers*) mają tendencję do tworzenia obrazów umysłowych pełnych kolorów i bogatych w detale.

Podstawową charakterystyką tej wyobraźni jest jej plastyczność, określana czasami w literaturze jako żywość (*vividness*). Pojęcie to odnosi się do

jakościowych aspektów obrazów umysłowych: przejrzystości, treściwości, realności i stopnia podobieństwa do faktycznego doświadczenia percepcyjnego (Andrade i in., 2014). Zarówno badania samoopisowe, jak i obiektywne metody pomiarowe wskazują, iż istnieją różnice indywidualne w zakresie konstruowania obrazów umysłowych. Wyobraźnia obiektowa wiąże się z twórczością plastyczną, sztuką i estetyką (Blazhenkova i Kozhevnikov, 2010; Kozhevnikov i in., 2013; Kozhevnikov i Blazhenkova, 2013; Pérez-Fabello i in., 2016; Rosenberg, 1987).

2.3 SPECYFIKA WYOBRAŹNI PRZESTRZENNEJ

Pojęcie wyobraźni umysłowej oprócz omówionej wyobraźni obiektowej mieści również wyobraźnię przestrzenną. Procesy te odnoszą się do umysłowej reprezentacji przestrzennej lokalizacji obiektów, relacji między nimi, ich składowymi i zmiany ich położenia (Farah, 1988; Kosslyn i in., 2001; Kozhevnikov i in., 2005; Uttal i in., 2013). Wyobraźnia przestrzenna, konstrukt eksplorowany na gruncie psychologii od lat 20. XX wieku, w podstawowej taksonomii zdolności stanowi jedną z kilku domen poznania omawianych w kontekście inteligencji ogólnej (Cattell, 1963; Horn, 1968). W przeszłości wielokrotnie podejmowano próby kategoryzacji zdolności przestrzennych za pomocą eksploracyjnych analiz czynnikowych. Podejście psychometryczne skutkowało mnożeniem kategorii ujmujących wyobraźnię przestrzenną na różne sposoby, nie zawsze spójne między poszczególnymi analizami przeprowadzonymi przez różnych badaczy (Uttal i in., 2013). Dodatkowo, podobnie jak przy badaniu inteligencji ogólnej czy jej poszczególnych domen w ujęciu wąskim, zaplecze teoretyczne, które mogłoby zapewnić badaczom dostęp do spójnej definicji badanego materiału, było bardzo ubogie.

W efekcie współcześnie dysponujemy kilkoma alternatywnymi taksonomiami zdolności przestrzennych. Do najczęściej wyróżnianych czynników należą:

- rotacje mentalne, wizualizacja przestrzenna, percepcja przestrzenna (Linn i Petersen, 1985);
- przestrzenna wizualizacja, relacje i orientacja przestrzenna, wyobraźnia kinestetyczna (Michael i in., 1957);
- przestrzenna wizualizacja i orientacja przestrzenna (McGee, 1979);
- przestrzenna wizualizacja, relacje przestrzenne, orientacja przestrzenna (Lohman, 1988);

– przestrzenna wizualizacja, relacje przestrzenne, prędkość domknięcia, giętkość domknięcia, prędkość percepcyjna, pamięć wzrokowa (Carroll, 1993).

Interesującej klasyfikacji umysłowych aktywności przestrzennych dokonał w metaanalizie badań nad wyobraźnią przestrzenną David Uttal wraz z pracownikami (Uttal i in., 2013), proponując ujęcie dymensjonalne opierające się na wymiarach: wewnętrznym *versus* zewnętrznym oraz statycznym *versus* dynamicznym. Wewnętrzne aktywności przestrzenne odnoszą się do analizy obiektu bez ujmowania elementów go otaczających w trakcie wykonywania zadania. Przykładem są zadania na rotacje mentalne, test składania papieru (*Paperfolding Task*) czy Test Ukrytych Figur (*Embedded Figures Test*). Z kolei aktywności ukierunkowane na zewnątrz wymagają wzięcia pod uwagę kontekstu, w jakim znajduje się obiekt, i jego relacji z innymi elementami w otoczeniu. Za przykład mogą posłużyć klasyczne zadania piagetowskie: Zadanie na Poziom Wody (*Water-Level Task*) oraz Zadanie Trzech Gór (*Three Mountain Task*).

Aktywność statyczna ma miejsce podczas wykonywania zadań, w których obiekty nie zmieniają swojego położenia, co ma miejsce np. w Teście Ukrytych Figur (Witkin i Goodenough, 1981). Natomiast aktywności dynamiczne są niezbędne do wykonywania zadań polegających na przekształcaniu położenia obiektów lub ich kształtu, co się dzieje np. podczas wykonywania zadań na rotacje umysłowe czy zadań polegających na składaniu papieru.

Próbę usystematyzowania poszczególnych typów zdolności przestrzennych podjęli również Mary Hegarty i David Waller (2004). Badacze przyjrzyli się dwóm czynnikom: wizualizacji przestrzennej i orientacji przestrzennej. Wcześniej status odrębności tych dwóch miar był kontrowersyjny, część naukowców na podstawie analiz czynnikowych identyfikowała je jako niezależne od siebie (Guilford, 1956; McGee, 1979), ale nie wszystkim udało się to wykazać (Carroll, 1993; Lohman, 1979). Przyglądając się naturze wizualizacji i orientacji przestrzennej, Hegarty i Waller założyli, iż muszą one angażować procesy umysłowe w odmienny sposób. Na podstawie konceptualizacji obu czynników badacze opisali wizualizację przestrzenną w kategoriach transformacji allocentrycznych, natomiast orientację przestrzenną w kategoriach transformacji egocentrycznych. Obydwa typy przekształceń zostaną opisane w dalszej części rozdziału.

Analizy psychometryczne nie dostarczały silnych przesłanek, aby przyjmować czynniki te za oddzielne, dane pochodzące z badań eksperymentalnych prowadziły do przeciwnych wniosków (Huttenlocher i Presson, 1973;

Wraga i in., 2000; Zacks i in., 2000). Testowano to przede wszystkim w modelu rotacji mentalnych: okazywało się, iż to samo zadanie wykonywane w strategii typowej dla transformacji egocentrycznych skutkuje odmiennymi wynikami aniżeli zadanie wykonywane w strategii allocentrycznej. Przykładowo, rotowanie swojego ciała o tę samą liczbę stopni co rotowanie trójwymiarowej prezentowanej figury skutkowało różnym czasem wymagany na udzielenie poprawnej odpowiedzi (Zacks i in., 2000). O ile w przypadku allocentrycznej strategii wykonywania rotacji mentalnych czas reakcji jest funkcją kąta rotacji, o tyle reguły tej nie da się zaaplikować do transformacji egocentrycznych (Wraga i in., 2000). Stanowisko Hegarty i Wallera zostało przyjęte przez większość badaczy i współcześnie najczęściej wyobraźnię przestrzenną bada się w kontekście właśnie tych dwóch skorelowanych, lecz wciąż niezależnych od siebie czynników. Oznacza to, iż do pewnego stopnia angażują te same zasoby poznawcze i procesy umysłowe, ale istotna ich część pozostaje unikatowa dla każdej z wyróżnionych zdolności (Kozhevnikov i in., 2006).

2.3.1 Transformacje allocentryczne

Pojęcie transformacji allocentrycznych reprezentuje kodowanie informacji dotyczących lokalizacji obiektu oraz jego części w odniesieniu do lokalizacji innych obiektów (Klatzky, 1998; Kozhevnikov i in., 2013). Obiekty w mentalnym polu percepcyjnym zmieniają położenie względem własnej osi oraz innych obiektów, ale pozycja obserwatora pozostaje niezmieniona. Dlatego też w kontekście transformacji allocentrycznych mówi się o opuszczaniu wewnętrznych ram odniesienia i przechodzeniu na wymiar zewnętrzny (Galati i in., 2000; Hegarty i Waller, 2004; Nori i in., 2018). Przykładowo, człowiek wyobraża sobie ustawienie biurka w pokoju poprzez określanie kąta jego położenia względem łóżka czy szafy. Inaczej proces ten jest określany jako wizualizacja przestrzenna (*spatial visualisation*) lub transformacje umysłowe bazujące na pozycji obiektów (*object – based*) (Frick, 2019; Kozhevnikov i in., 2013; Wolbers i Hegarty, 2010; Zacks i in., 2000).

Typowymi sposobami pomiaru przestrzennej wizualizacji są testy z zakresu: (1) rotacji mentalnych, (2) *paperfolding test* polegających na składaniu i rozkładaniu w wyobraźni narysowanych na kartce kawałków papieru w celu dopasowania ich do wzorca oraz (3) *form board test* składających się z pięciu figur, z których jedna zostaje wyświetlona w formie zdekompletowanej. Zadaniem osoby badanej jest podjęcie decyzji, która z figur wzorcowych przedstawia figurę rozbitą na części.

Najczęściej stosowanym laboratoryjnym zadaniem na transformacje allocentryczne jest test rotacji umysłowych, uchodzący jednocześnie za klasyczne zadanie służące badaniu wyobraźni przestrzennej. Zadanie to zostało zaprojektowane, a następnie było konsekwentnie rozwijane w serii chronometrycznych eksperymentów przez kalifornijskiego badacza Rogera Sheparda i zespół współpracowników (Bethell-Fox i Shepard, 1988; Cooper i Shepard, 1973; Shepard i Hurwitz, 1984; Shepard i Metzler, 1971).

W klasycznej wersji zadania na rotacje umysłowe uczestników proszono o przypatrywanie się parom dwuwymiarowych rysunków prezentujących trójwymiarowe kształty geometryczne. Kształty były obracane (rotowane) w przedziale $0-180^\circ$ na płaszczyźnie dwu- lub trójwymiarowej. Badani obserwowali również tzw. kształty dystrakcyjne, które nie stanowiły rotacji pierwotnych bodźców. Zadaniem uczestników badania było określenie, czy obraz był rotacją pierwotnego kształtu. Do zmiennych zależnych w tym zadaniu należą czas reakcji, poprawność oraz prędkość wykonywania rotacji umysłowych. Systematycznie wykazuje się, iż czas reakcji stanowi funkcję kąta rotacji – wzrasta on liniowo wraz ze zwiększającą się wartością kąta rotacji prezentowanego bodźca. Do podobnych wniosków doszli badacze testujący rotacje mentalne w modelu zarówno umysłowym, jak i manualnym polegającym na fizycznej manipulacji obiektami. W kilku badaniach konsekwentnie ukazano, iż rotacje umysłowe do pewnego stopnia pokrywają się z rotacjami motorycznymi (Wexler i in., 1998; Wiedenbauer i Jansen-Osmann, 2008; Wohlschläger i Wohlschläger, 1998). Podobnie jak w przypadku rotacji w klasycznym modelu, czas obrotu obiektu w dłoni wydłużał się wraz z rosnącym kątem transformacji. Zaobserwowano także, iż przy wyższym poziomie trudności zadania rosła liczba popełnianych błędów. Wykonywanie rotacji mentalnych wymaga wizualizacji obiektu, aby udzielić odpowiedzi na pytanie, jak będzie on wyglądał po przekształceniach w umysłowej przestrzeni. Proces ten wymaga utrzymywania danych dotyczących wyobrażanego obiektu w pamięci roboczej tak długo, aż nie dokona się wszystkich porównań z proponowanymi figurami.

Popularnym narzędziem, stanowiącym analogową formę klasycznego komputerowego zadania, jest Test Rotacji Mentalnych (*Mental Rotation Test*, MRT) opracowany przez badaczy Stevena Vandenberg'a i Allana Kuse'a (1978). Zadanie to składa się z 24 prób, w których na kartce zostały zaprezentowane trójwymiarowe obiekty. W każdej próbie znajduje się figura odniesienia po lewej stronie kartki, natomiast po prawej stronie znajdują się cztery obiekty prezentujące zrotowane trójwymiarowe figury. W każdej próbie poprawne

są dwie odpowiedzi, co oznacza, iż badany za każdym razem wybiera dwie figury będące zrotowaną wersją figury docelowej.

Odwołując się do wspomnianego modelu działania – percepcji Melvina Goodale’a i Davida Milnera (1992), uważa się, iż transformacje allocentryczne będą głównie reprezentowane w strumieniu grzbietowym. Wywołują one aktywację w bocznych i brzuszno-przyśrodkowych ośrodkach kory potyliczno-skroniowej (Committeri i in., 2004; Galati i in., 2000; Ruotolo i in., 2019; Saj i in., 2014).

Najwięcej informacji dotyczących transformacji allocentrycznych pochodzi z badań behawioralnych nad rotacjami mentalnymi. Podobnie wygląda to w przypadku danych na temat aktywności mózgu podczas wykonywania tego typu operacji przestrzennych. W literaturze dominują informacje z neuroobrazowania wykonywania rotacji umysłowych zarówno przez populację ogólną, jak i pacjentów z lezjami. Podczas wykonywania rotacji umysłowych dominuje aktywność w obszarze tylnych płatów ciemieniowych (Berneiser i in., 2018). Na podstawie metaanalizy (Tomasino i Gremese, 2016) wykazano, iż wykonywanie rotacji umysłowych pobudza również pracę lewego zakrętu przedśrodkowego (*left precentral gyrus*), dolnego zakrętu czołowego (*inferior frontal gyrus*), środkowego zakrętu czołowego (*middle frontal gyrus*), dodatkowej kory ruchowej (*supplementary motor cortex*), lewej wyspy (*left insula*), dolnego zakrętu potylicznego (*inferior occipital gyrus*), środkowego zakrętu potylicznego (*middle occipital gyrus*) oraz mózdzku (*cerebellum*).

2.3.2 Transformacje egocentryczne

Dokonując transformacji egocentrycznych (inaczej orientacji przestrzennej), człowiek pozostaje w wymiarze wewnętrznym i koduje informacje dotyczące lokalizacji obiektu oraz jego części w odniesieniu do obserwatora, w których zmienia się jego pozycja, natomiast obiekty w przestrzeni pozostają nieruchome (Klatzky, 1998; McGee, 1979). W tym modelu to wewnętrzne ramy odniesienia opierające się na położeniu ciała obserwatora stają się punktem wyjścia do oceny przestrzennej lokalizacji obiektów (Kozhevnikov i in., 2013).

Przykładowo, człowiek ustala lokalizację mebli w pokoju w odniesieniu do ich kąta oraz odległości względem swojego ciała, a nie innych obiektów. Transformacje egocentryczne są rozpatrywane także na gruncie teorii poznania ucieleśnionego (*embodied cognition*). Wskazuje się, iż są one „bardziej” ucieleśnione niż transformacje allocentryczne, ponieważ wiążą się

z przyjmowaniem perspektywy pierwszoosobowej (Gallese, 2005). Perspektywa ta stymuluje aktywność lewopółkulową, m.in. w strukturach związanych z ośrodkami ruchu (Lorey i in., 2009; Thakkar i in., 2009). Wiąże się to ze wzbudzaniem reprezentacji kinestetycznych oraz symulacją ruchu w wyobraźni (Kaltner i Jansen, 2014).

Transformacje egocentryczne także badane są zadaniem w paradygmacie rotacji mentalnych, ale w zmodyfikowanej wersji zakładającej obecność bodźców z wizerunkiem ciała lub jego części (Kaltner i Jansen, 2014). Istnieją również inne, mniej popularne narzędzia do badania transformacji egocentrycznych, w których uczestnika prosi się o wyobrażanie sobie obiektu z różnych perspektyw. Takim zadaniem jest Test Orientacji Przestrzennej lub Test Przyjmowania Perspektywy (Hegarty i in., 2008; Klatzky, 1998; McGee, 1979) oraz poprzednia wersja w postaci Testu Wyobrażania Obiektów (Kozhevnikov i Hegarty, 2001). Przeprowadzanie transformacji egocentrycznych i allocentrycznych wiąże się z odmienną, specyficzną aktywnością neuronalną (Hegarty i Waller, 2004; Wraga i in., 2005; Zacks i in., 2003). Transformacje egocentryczne wywołują aktywność lewopółkulową, zwłaszcza we wzrokowo-ruchowych ośrodkach tylnej kory ciemieniowej w strumieniu grzbietowym, który jest z kolei połączony z korą czołową (Zacks i in., 2003).

2.4 RÓŻNICE PŁCIOWE W WYOBRAŹNI PRZESTRZENNEJ

Problematyka różnic płciowych obserwowanych w wykonywaniu zadań poznawczych wciąż stanowi aktualny przedmiot badań z pogranicza psychologii różnic indywidualnych i psychologii poznawczej. Dyskusja ta stanowi zaledwie niewielki fragment obszernej problematyki dotyczącej ilościowych i jakościowych aspektów różnic płciowych w architekturze mózgu, a co za tym idzie, funkcjonowaniu umysłu. Istnieją przesłanki sugerujące, iż takowe różnice istnieją¹⁷, dają się obserwować i replikować w kolejnych pomiarach, przynosząc efekty statystyczne od słabych do umiarkowanych nawet przy kontroli różnic w rozmiarze mózgu. Druga frakcja z kolei podkreśla, że trudno jest zaobserwować replikowalne efekty wynikające z badań nad różnicami strukturalnymi mózgu kobiet i mężczyzn. Jednoznacznych konkluzji dostarczają

¹⁷ Przykładowo, różnice te zostały udokumentowane na próbie 2,838 jednostek w odniesieniu do zróżnicowanego względem płci rozmieszczenia istoty szarej w strukturach neuronalnych (Lotze i in., 2019).

przebiegające od lat 70. XX wieku badania skoncentrowane na problematyce różnic płciowych w zakresie wyobraźni przestrzennej. W badaniach nad wyobraźnią przestrzenną, zwłaszcza mierzoną za pomocą zadań bogatych w bodźce trójwymiarowe, systematycznie wypadają lepiej mężczyźni i okazuje się, iż są to jedyne konsekwentnie obserwowalne różnice w funkcjonowaniu poznawczym kobiet i mężczyzn, podczas gdy badania nad różnicami płciowymi w zadaniach badających inne funkcje poznawcze wykazują niewielkie efekty statystyczne lub ich brak (Voyer i in., 1995; Hyde i Linn, 1988; Lindberg i in., 2010; Hyde, 2016; Lauer i in., 2019; S.C. Levine i in., 2016; Voyer i in., 2017).

Zaobserwowano, iż mężczyźni osiągają wyższe wyniki w zadaniach na rotacje umysłowe, nawigowanie, rozróżnianie położenia linii oraz w piągetowskim Zadaniu na Poziom Wody (Uttal i in., 2013; Voyer i in., 1995). Najsilniejsze efekty statystyczne obserwuje się przy rotacjach umysłowych, co wykazała m.in. metasynthese przeprowadzona na przeszło 12-milionowej próbie badawczej (Zell i in., 2015). Mężczyźni wykonują rotacje umysłowe lepiej od kobiet o około jedno odchylenie standardowe (Heil i in., 2011), a analizy sił efektu wskazują na efekty od umiarkowanych do silnych¹⁸ (d Cohena = 0.56–0.73) (Linn i Petersen, 1985; Voyer i in., 1995). Obserwowane różnice dotyczą też odmiennej aktywności neuronalnej podczas wykonywania rotacji mentalnych: u mężczyzn dochodzi głównie do aktywności ciemieniowej w prawej półkuli, podczas gdy u kobiet do aktywności czołowej (Hugdahl i in., 2006; Thomsen i in., 2000). Z kolei kobiety lepiej aniżeli mężczyźni wypadają w zadaniach wymagających zapamiętywania przestrzennej lokalizacji obiektów (Blajenkova i in., 2006; Voyer i in., 2017). Spoglądając z perspektywy generalnego funkcjonowania wyobraźni umysłowej, najwięcej danych ukazuje przewagę kobiet w plastyczności i żywości tworzonych wyobrażeń, a zatem przemawia za ogólnie lepszą wyobraźnią obiektową w porównaniu z mężczyznami (Aydin, 2020; Blajenkova i in., 2006; Kozhevnikov i in., 2005; Pérez-Fabello i in., 2018).

Przyczyn omawianych różnic poszukiwano w innych czynnikach poznawczych leżących u podstaw wyobraźni przestrzennej, m.in. funkcjonowaniu wzrokowej pamięci roboczej. Podstawą tego założenia było stanowisko, iż różnice w wykonywaniu rotacji umysłowych odzwierciedlają różnice

¹⁸ Dla porównania, kobiety lepiej od mężczyzn wypadają w zadaniach werbalnych, jednakże efekty te są niewielkie (d Cohena = 0.33) (Hyde, 2005).

w pojemności notesu wzrokowo-przestrzennego (Shah i Miyake, 1996). Nie udało się tego jednoznacznie wykazać w badaniach. Przykładowo, w badaniu Scotta Kaufmana (2007) ukazano co prawda, że przestrzenna pamięć robocza jest mediatorem wpływu płci na wykonywanie zadań przestrzennych, ale jednocześnie odnotowano bezpośredni efekt płci na wykonywanie zadań przestrzennych. Finalnie uznano, iż różnice w pojemności pamięci roboczej niewystarczająco wyjaśniają wariację uzyskaną w badaniu rotacji umysłowych (Kaufman, 2007). Z kolei w metaanalizie obejmującej 69 badań, w których analizowano 182 wskaźniki siły efektu, wykazano, że różnice płciowe dotyczące pojemności pamięci roboczej są znacznie mniejsze aniżeli różnice płciowe obserwowane w wykonywaniu zadań przestrzennych (Voyer i in., 2017). Kobiety natomiast lepiej wypadają w zadaniach wymagających zapamiętywania lokalizacji obiektów i porządkowania ich.

Różnice płciowe w funkcjonowaniu wyobraźni przestrzennej ujawniają się w pierwszych miesiącach życia. W badaniach nad niemowlętami wykazano, iż chłopcy w wieku pięciu miesięcy wykazują w porównaniu z dziewczynkami w tym samym wieku lepsze zrozumienie, jak będzie wyglądał obiekt zrotowany o dany kąt (Moore i Johnson, 2008). Omawiane różnice niosą za sobą konsekwencje dla odmiennych strategii działania w przestrzeni trójwymiarowej oraz stają się wyraźniejsze, gdy dane zadanie przestrzenne faworyzuje stosowanie jednej określonej strategii. W często stosowanych zadaniach na nawigowanie zwraca się uwagę na dwa kryteria podejścia do wykonywania zadania: (1) przyjmowaną perspektywę: allocentryczną *versus* egocentryczną oraz (2) strategię: euklidesową *versus* bazującą na punktach orientacyjnych. Kobiетom łatwiej jest dokonywać przestrzennej reprezentacji otoczenia poprzez odniesienie do punktów orientacyjnych oraz transformacje bazujące na wewnętrznych ramach odniesienia. Z kolei mężczyźni preferują posługiwanie się strategiami opartymi na transformacjach allocentrycznych oraz osiach współrzędnych (T.D. Ferguson i in., 2019). Doniesienia te wspierają dane pochodzące z neuroobrazowania, ukazujące odmienną lateralizację półkulową podczas wykonywania Testu Rotacji Mentalnych u kobiet i mężczyzn. Wśród kobiet dochodzi wówczas do aktywizacji ciemieniowej po lewej stronie, natomiast u mężczyzn przeciwnie – dominuje aktywność ciemieniowa po stronie prawej (Vogel i in., 2003). Z kolei z badań z wykorzystaniem metod elektroencefalografii wynika, iż u kobiet podczas zadań nawigacyjnych dochodzi do silniejszych oscylacji w paśmie theta aniżeli u mężczyzn (Nishiyama i in., 2002).

2.4.1 Determinanty różnic płciowych w funkcjonowaniu wyobraźni przestrzennej

Poszukiwanie podłoża różnic płciowych w wyobraźni przestrzennej sprowadza się do dobrze znanego pytania o prymat natury *versus* wychowania (*nature versus nurture*) we wpływie na zachowanie człowieka. Źródeł różnic należy szukać zarówno we wpływach biologicznych, wśród których bada się czynniki genetyczne oraz hormonalne, jak i czynnikach środowiskowych. Najczęściej jednak wskazuje się, iż obserwowalne różnice stanowią efekt interakcji wpływów obydwóch grup czynników (Geary, 1995). Wskazywałoby to, że czynniki biologiczne stanowią podłoże, na którym budowane są określone zdolności za pomocą oddziaływań środowiskowych.

Warto zwrócić uwagę, iż termin *czynniki biologiczne* nie odnosi się do tego, co jest stałe i niemodyfikowalne, a jedynie określa pewien potencjał, z którym przychodzi człowiek na świat i który podlega ekspresji w adekwatnym środowisku rozwoju. Przykładowo, omawiane poniżej oddziaływanie androgenów na organizację i funkcjonowanie mózgu również podlega wpływom środowiskowym, które mogą modyfikować sekrecję tego hormonu (Schultheiss i in., 2005). Doniesienia z badań nad treningiem funkcji poznawczych potwierdzają, iż nawet jeżeli są one determinowane wpływami biologicznymi, nie implikuje to ich bezwzględnej stałości w ciągu życia.

2.4.2 Podłoże ewolucyjne

Zgodnie z perspektywą ewolucyjną mózg i zachodzące na gruncie umysłowym procesy poznawcze, a zatem również wyobrażenia przestrzenne, rozwinęły się, aby wspierać organizmy w przemieszczaniu się oraz śledzeniu innych organizmów w przestrzeni (Geary, 2022; Broglio i in., 2015). W tych przypadkach, gdzie jedna z płci angażuje się w większym stopniu w te działania, obserwowalne są różnice w konkretnych funkcjach poznawczych. Prawdopodobność ta jest obserwowana zarówno w świecie zwierząt, jak i wśród ludzi.

Różnice płciowe w wyobraźni przestrzennej u zwierząt udokumentowano na podstawie rozwiniętych zdolności nawigacyjnych u gatunków, które cechuje poligynia. Samce, poszukując potencjalnych partnerek w sezonie lęgowym, muszą nieustannie eksplorować przestrzeń i poszerzać zakres swojego terytorium. Dzieje się tak np. wśród gryzoni norników łąkowych, które w porównaniu ze swoimi monogamicznymi kuzynami, nornikami leśnymi, lepiej radzą sobie z zadaniem polegającym na pokonywaniu labiryntu w warunkach

laboratoryjnych (Geary, 2022). Z drugiej strony, przykłady ze świata zwierząt pokazują, iż nie zawsze to samce lepiej radzą sobie z zadaniami przestrzennymi – istnieją w przyrodzie przypadki, gdy to samice podejmują się częstszych aktywności przestrzennych, co wpływa na rozwój określonych umiejętności wykorzystywanych w środowisku naturalnym oraz potwierdzonych badaniami laboratoryjnymi. Przykładowo, dzieje się tak u samic starzyka brunatnogłowego (łac. *Molothrus ater*), które są pasożytami składającymi jaja w gniazdach innych ptaków. Przedstawicielki tego gatunku sprawnie kodują przestrzenną lokalizację złożonych jaj i przewyższają zdolnością pamięci przestrzennej mierzonej w innych zadaniach samców swojego gatunku (Guigueno i in., 2014). Badania neurobiologiczne ukazują, iż także ich hipokamp jest większy w porównaniu z hipokampem samców (Reboreda i in., 1996).

Podejście ewolucyjne wskazuje, że wśród ludzi różnice płciowe w wyobraźni przestrzennej również stanowią odzwierciedlenie zaangażowania w zróżnicowane aktywności przez kobiety i mężczyzn i rozwijały się one niezależnie od inteligencji. Przede wszystkim obserwowane są podobne prawidłowości ukazujące przewagę mężczyzn w zadaniach wymagających nawigowania i orientacji w przestrzeni. Badania dowodzą, iż człowiek pierwotny rozwijał wyobraźnię przestrzenną przede wszystkim w walce i rywalizacji z przeciwnikiem (np. poprzez stosowanie zasadzek), a w drugiej kolejności poszukując jedzenia (Janicke i in., 2016). Prowadziło to do rozwoju takich umiejętności jak percepcja obiektu, który zmierza w kierunku danego osobnika, detekcja figury z zaciemnionego tła (rywala lub ofiary) czy tworzenie narzędzi i posługiwanie się nimi. Współcześnie umiejętności te przekładają się na sprawne wykonywanie zadań wymagających zdolności wzrokowo-przestrzennych, np. szybkie i poprawne wykonywanie Testu Ukrytych Figur uznawane jest za pokłosie przeszłego rozpoznawania kształtów obiektów w ciemnościach, a szybkie i poprawne wykonywanie rotacji umysłowych uchodzi za konsekwencję wytwarzania narzędzi i posługiwania się nimi (Hegarty i Waller, 2004). Analizy antropologiczne wskazują, iż w społecznościach zbieracko-łowieckich mężczyźni przemieszczali się czterokrotnie więcej aniżeli kobiety (Wood i in., 2021). Wędrowanie z jednej strony w naturalny sposób dawało możliwości rozwoju umiejętności korzystania ze wskazówek dotyczących dystansu od jednego miejsca do drugiego, a z drugiej strony wspierało zdolności tworzenia allocentrycznych reprezentacji przestrzeni. W rezultacie mężczyźni rozwijali zdolności nawigowania w przestrzeni oraz tworzenia umysłowego modelu przestrzeni. Kobiety natomiast rozwinęły zdolności

lokalizacji obiektów w przestrzeni, a także rozpoznawania subtelnych różnic pomiędzy nimi (Silverman i Eals, 1992).

2.4.3 Podłoże hormonalne

Poszukiwanie biologicznych determinant prowadzi do badań nad uwarunkowanymi hormonalnie różnicami w strukturach mózgowych odpowiedzialnych za przetwarzanie informacji o charakterze przestrzennym. Testosteron jest hormonem odpowiedzialnym nie tylko za zdrowie reprodukcyjne, jego obecność wpływa także na rozwój i organizację struktur neuronalnych w okresie prenatalnym, a co za tym idzie, funkcje umysłowe (Heil i in., 2011). Istnieją normatywne różnice w poziomie tego hormonu u mężczyzn (10–38 nmol/L) i u kobiet (0,5–2,4 nmol/L) (Van Leeuwen i Bladh, 2016).

Część badań ukazuje wpływ ekspozycji hormonalnej w okresie prenatalnym na zdolności przestrzenne ujawniające się w okresie postnatalnym. Obecność testosteronu w środowisku wewnątrzmacicznym stymuluje ekspresję genów związanych ze zdolnościami przestrzennymi. Danych w tym obszarze dostarczają prace skupione wokół tzw. hipotezy Bliźniaczego Transferu Testosteronu (*Twin Testosterone Transfer hypothesis*), zgodnie z którą w środowisku wewnątrzmacicznym dochodzi do transmisji tego hormonu z płodu płci męskiej na płód płci żeńskiej (Miller, 1994). Dane wspierające tę hipotezę pochodzą z badań porównawczych nad bliźniętami jedno- oraz dwupłciowymi¹⁹. Dziewczynki posiadające brata bliźniaka są ekspozowane na transfer testosteronu w łonie matki w przeciwieństwie do dziewczynek posiadających siostrę bliźniaczkę. W badaniu obejmującym próbę 150 dorosłych kobiet wykazano, iż te kobiety, które posiadały brata bliźniaka, wypadały lepiej w Teście Rotacji Mentalnych aniżeli kobiety posiadające siostrę bliźniaczkę (Heil i in., 2011). Wykazano również, że aktualny poziom testosteronu wiąże się z krótszym czasem reakcji oraz niższym procentem błędów popełnianych podczas wykonywania rotacji umysłowych (Hooven i in., 2004). W innych badaniach stwierdzono istnienie krzywoliniowego związku pomiędzy poziomem testosteronu a wyobraźnią przestrzenną – okazało się, iż wspierał on wykonywanie rotacji umysłowych dopiero od pewnego poziomu trudności, a przy łatwiejszych próbach interferował z wykonywaną czynnością, utrudniając koncentrację na wykonywanym zadaniu (Silverman

¹⁹ Dane popierające hipotezę ekspozycji na testosteron w okresie prenatalnym pochodzą także z badań w modelach zwierzęcych (np. Ryan i Vandenberg, 2002).

i in., 1999). Interesujących wniosków dostarczyły badania przeprowadzone w oparciu o model psychobiospołeczny uwzględniający zmienne biologiczne związane zarówno z poziomem hormonów, jak i z płcią społeczną (Pletzer i in., 2019). Okazało się, iż nie dało się wyjaśnić różnic w wykonywaniu zadań przestrzennych, bazując jedynie na zmiennych biologicznych lub na identyfikacji płciowej. Informacji dostarczyły dopiero efekty interakcyjne wskazujące, że zarówno mężczyźni, jak i kobiety identyfikujący się ze społeczną płcią męską i zarazem o najwyższym poziomie testosteronu wypadli najlepiej w zadaniach przestrzennych.

2.4.4 Podłoże środowiskowe

Kolejnym źródłem obserwowalnych różnic w zakresie wyobraźni przestrzennej są szeroko rozumiane wpływy psychospołeczne, czyli socjalizacja. W tym kontekście analizuje się rolę najbliższego środowiska rozwoju w kształtowaniu określonych zdolności poznawczych człowieka. Środowisko to może predysponować do rozwoju wyobraźni przestrzennej poprzez umożliwianie zdobywania doświadczeń w tym zakresie od pierwszych faz rozwojowych. Wykazano, iż wczesne doświadczenia związane z mimowolnym treningiem wyobraźni przestrzennej mają znaczenie dla późniejszego rozwoju myślenia przestrzennego, a także matematycznego (S.C. Levine i in., 2012; Mix i Cheng, 2012; Verdine i in., 2014).

2.4.4.1 Komunikacja z dziećmi

Zachowanie, postawy i oczekiwania ze strony znaczących osób dorosłych niosą konsekwencje dla wczesnych doświadczeń uczenia się, a co za tym idzie, rozwoju określonych funkcji umysłowych u dzieci. Kulturowe oczekiwania odnośnie do ról społecznych chłopców i dziewczynek przekładają się na oczekiwania rodzicielskie, a te z kolei wpływają na sposób komunikacji z dziećmi, nierzadko utrwalający popularne stereotypy kulturowe (Mascaro i in., 2017; Ralph i in., 2021). W latach 90. XX wieku wykazano, iż język, jakim posługują się rodzice wobec dzieci od urodzenia do trzeciego roku życia, ma większy wpływ na ich poziom inteligencji oraz sukcesy akademickie aniżeli status socjoekonomiczny rodziny lub wykształcenie rodziców (Hart i Risley, 2003). Do dziewczynek trafia więcej komunikatów nacechowanych emocjonalnie (Johnson i in., 2014; Mascaro i in., 2017), natomiast chłopcy częściej są odbiorcami komunikatów opisujących związki przyczynowo-skutkowe, odnoszących się do relacji między obiektami czy wprost ujmujących relacje

przestrzenne, co z kolei wspiera rozwój rozumowania naukowego (Crowley i in., 2001; Mascaro i in., 2017; Pruden i Levine, 2017). Ma to miejsce na drodze odwoływania się do wymiarów („duży”, „mały”, „wysoki”, „krótki”), kształtów („okrągły”, „kwadratowy”, „trójkątny”), właściwości („zgięty”, „poskręcany”), lokalizacji²⁰ („na dole”, „u góry”, „po prawej”, „po lewej”). Odbieranie komunikatów bogatych w sformułowania odnoszące się do przestrzennej lokalizacji obiektów pomaga budować ich umysłowe reprezentacje. Badania ukazują, iż język obfitujący w określenia dotyczące przestrzeni ułatwia rozwój wyobraźni przestrzennej (Dessalegn i Landau, 2013; Pruden i in., 2011; Verdine i in., 2016).

Podłużne badania na dzieciach w wieku 14–46 miesięcy wykazały, że odbiór nacechowanych „przestrzennie” komunikatów od rodziców wiąże się z lepszym wykonywaniem zadań przestrzennych (Pruden i Levine, 2017). Im więcej przestrzennych określeń dociera do dziecka, tym bogatszy staje się jego leksykon mentalny, a ten z kolei jest predyktorem wykonania zadań przestrzennych. Zostało to przetestowane w badaniach wykorzystujących Test Reorientacji Przestrzennej (*Spatial Reorientation Task*). W jednym z badań zaobserwowano, iż dzieci poprawnie używające określeń „prawo” i „lewo” łatwiej dokonywały reorientacji, aby odnaleźć ukryte przedmioty, w porównaniu z dziećmi, które nie posługiwały się tymi określeniami (Hermes-Vazquez, 2001).

2.4.4.2 Znaczenie zabawy

Innym czynnikiem predysponującym do ujawnienia się różnic płciowych w zakresie funkcjonowania wyobraźni przestrzennej jest odmienna preferencja chłopców i dziewczynek odnośnie do aktywności, zabaw i gier sportowych (Heppel i in., 2016). Obserwacje te dotyczą dzieci w pierwszych miesiącach życia aż do wieku szkolnego. Przykładowo, chłopcy chętniej angażują się w zachowania eksploracyjne, co umożliwia im naturalny rozwój wyobraźni przestrzennej poprzez budowę mentalnej mapy przestrzeni fizycznej (Newcombe i in., 1983). Preferencje dotyczące zabawek i zabaw przekładają się nie tylko na poziom funkcjonowania wyobraźni przestrzennej mierzony w tym samym czasie, ale również długofalowo, co ukazują badania podłużne (Heppel

²⁰ Część badaczy uznaje sformułowania deiktyczne (np. „tutaj”, „tam”) za przykład języka przestrzennego, część natomiast podaje je jako wzór języka nieodwołującego się do przestrzeni (Pruden i in., 2011).

i in., 2016). Badania na niemowlętach dowodzą, iż chłopcy wykazują większe zainteresowanie przestrzennym rozłożeniem elementów, podczas gdy dziewczynki preferują obserwację ekspresji mimicznych (McClure, 2000). W kolejnych miesiącach i latach życia, w porównaniu z dziewczynkami, chłopcy znacznie częściej wybierają zabawy angażujące wyobraźnię przestrzenną, a także chętniej grają w gry komputerowe (Baenninger i Newcombe, 1989; Jirout i Newcombe, 2015; S.C. Levine i in., 2016; Quaiser-Pohl i in., 2006; B.K. Todd i in., 2018). W badaniach wykazano, iż zabawy takie jak układanie puzzli, rozwiązywanie labiryntów, gry typu pentomino, zabawa klockami czy gry karciane i planszowe wspierają rozwój rozumowania przestrzennego (S.C. Levine i in., 2012; Ramani i Siegler, 2008; J.C. Yang i Chen, 2010).

2.4.5 Lęk przestrzenny

Ważnym czynnikiem, lecz często pomijanym w analizach różnic płciowych w wykonywaniu zadań angażujących wyobraźnię przestrzenną, jest lęk przestrzenny (*spatial anxiety*). Jest to specyficzny typ lęku opisujący tendencję do doświadczania niepokoju i napięcia odczuwanych na poziomie psychicznym i fizjologicznym podczas wykonywania zadań przestrzennych takich jak nawigowanie, przyjmowanie perspektywy, odnajdowanie drogi, manipulacja obiektami w umyśle (Lawton, 1994; Lyons i in., 2018; Ramirez i in., 2013). Różnice płciowe w zakresie doświadczanego lęku przestrzennego ujawniają się w dzieciństwie i adolescencji (Lauer i in., 2018). Częściej lęk przestrzenny występuje w populacji kobiet (Gabriel i in., 2011; Huang i Voyer, 2017; Lauer i in., 2018; Lawton, 1994; Lawton i Kallai, 2002) i towarzyszy mu niższe poczucie skuteczności i pewności siebie podczas wykonywania zadań przestrzennych (Huang i Voyer, 2017). Z kolei wyższe poczucie skuteczności w wykonywaniu zadań przestrzennych koreluje z lepszymi wynikami uzyskiwanymi w zadaniach na rotacje mentalne i prawidłowość ta aplikuje się zarówno do grupy kobiet, jak i mężczyzn (Towle i in., 2005). Wykazano również mediację przez lęk przestrzenny relacji pomiędzy płcią żeńską a wykonywaniem rotacji umysłowych i nawigowaniem (Alvarez-Vargas i in., 2020; Arrighi i Hausmann, 2022).

Przytoczone dane sygnalizują, iż lęk przestrzenny jest znaczącym czynnikiem mającym swój udział w różnicach płciowych w funkcjonowaniu wyobraźni przestrzennej. Ponieważ zjawisku temu towarzyszą negatywne, nawracające myśli oraz ruminacje dotyczące subiektywnie ocenianych niskich możliwości wykonania zadania, zdaje się on blokować dostępne jednostkom

zasoby poznawcze niezbędne do wykonania stawianych zadań. Badania ukazują również transferowe oddziaływanie lęku przestrzennego – np. wykazano, że wysoki lęk przestrzenny u nauczycieli mierzony na początku roku szkolnego koresponduje z umiejętnościami przestrzennymi mierzonymi wśród uczniów pod koniec roku (Gunderson i in., 2013).

2.5 WYOBRAŹNIA PRZESTRZENNA A STEM I INNE DZIEDZINY

Sprawne funkcjonowanie wyobraźni przestrzennej jest jednym z czynników determinujących odnoszenie sukcesów w dziedzinach z obszaru STEM będącego akronimem nauki (*science*), technologii (*technology*), inżynierii (*engineering*) oraz matematyki (*maths*) oraz w ich subdyscyplinach (Buckley i in., 2018; Kell i in., 2013; Sorby i in., 2018). Badania podłużne obejmujące próbę 400 tysięcy uczniów ukazały, iż umiejętności rozumowania przestrzennego były predyktorem kariery w obszarze STEM, a odnotowane efekty były silniejsze niż dla zdolności werbalnych czy matematycznych (Wai i in., 2009).

Omówione różnice płciowe w funkcjonowaniu wyobraźni przestrzennej przekładają się na dysproporcję udziału kobiet i mężczyzn w STEM (Casad i in., 2021). Udział kobiet we wspomnianych dziedzinach co prawda powoli, lecz konsekwentnie zwiększa się (na przykładzie USA od lat 70. XX wieku wzrósł z 8% do 27%), jednakże wciąż obserwowana dysproporcja jest bardzo wyraźna. Interesujących wniosków dostarczają badania ukazujące, iż sukcesy akademickie kobiet w STEM wspierają nauczyciele tej samej płci, przy czym podobnych efektów nie obserwuje się w grupie mężczyzn (Carrell i in., 2010). Autorzy badania tłumaczą ten fakt tym, że nauczycielki przedmiotów z obszaru STEM pełnią rolę autorytetu, który w tym przypadku zdaje się niwelować stereotypy dotyczące słabszych możliwości kobiet w tej dziedzinie.

Procesy poznawcze leżące u podstaw wykonywania zadań poznawczych są niezbędne do realizowania zadań w dyscyplinach STEM. Najczęściej wskazuje się na korelację (faktyczne związki przyczynowo-skutkowe omawiane są na podstawie badań z wykorzystaniem treningu wyobraźni przestrzennej) sprawności wyobraźni przestrzennej (najczęściej mierzonej poprzez wykonywanie rotacji umysłowych) i umiejętności matematycznych (M.B. Casey i in., 1995; Cheng i Mix, 2014; Delgado i Prieto, 2004). W części badań wyobraźnia przestrzenna jest ujmowana również w kategoriach predyktora sukcesów matematycznych (Mix i in., 2016; Pittalis i Christou, 2010). Przykładowo, wykonywanie rotacji umysłowych, podobnie jak wykonywanie operacji

na liczbach, wymaga reprezentacji umysłowej materiału, jego organizacji oraz manipulacji podtrzymywanymi w umyśle informacjami (Lourenco i in., 2018). Istnieją dane ukazujące związki pomiędzy wyobraźnią przestrzenną a wykonywaniem zadań geometrycznych (Hodgkiss i in., 2018; Kozhevnikov i in., 2007; Kyttälä i Lehto, 2008; Pittalis i Christou, 2010), tworzeniem reprezentacji numerycznych (Thompson i in., 2013), stosowaniem zróżnicowanych strategii w dochodzeniu do rozwiązania zadań (Laski i in., 2013) czy ogólną płynnością podczas wykonywania zadań matematycznych (Pitta-Pantazi i in., 2013).

Istnieją również przesłanki ukazujące związek sprawności wyobraźni przestrzennej z sukcesami w dziedzinie biologii (Hodgkiss i in., 2018; Lord, 1990), geologii (Orion i in., 1997), chemii (Wu i Shah, 2004), inżynierii (Potter i Van Der Merwe, 2003), programowania (Città i in., 2019; Jones i Burnett, 2008), architektury (Campos-Juanatey i in., 2017) czy w projektowaniu oprogramowania komputerowego (Hamlin i in., 2006). Wiele badań poświęcono związkom wyobraźni przestrzennej z naukami medycznymi. Między innymi wykazano, iż zdolność wykonywania rotacji umysłowych ma znaczenie dla nabywania kompetencji praktycznych w chirurgii (Vajsbaher i in., 2018), wykonywania endoskopii (Rogister i in., 2022), w zabiegach stomatologicznych (Hegarty i in., 2009), analizie zdjęć rentgenowskich (Nilsson i in., 2007) czy nauce anatomii (Guillot i in., 2007).

Wyobraźnia przestrzenna ma znaczenie także w dziedzinach związanych z muzyką. Okazuje się, że studenci akademii muzycznych osiągają wyższe wyniki w zakresie poprawności rotacji umysłowych w porównaniu ze studentami pedagogiki (Pietsch i Jansen, 2012), a członkowie orkiestry wypadają lepiej w zadaniach przestrzennych aniżeli grupy kontrolne (Sluming i in., 2007). Ciekawych wniosków dostarczyły badania nad rotacjami umysłowymi w modalności słuchowej, w których wykazano, iż odwracanie wyobrażanej melodii od końca do początku angażuje bruzdę ciemieniową, podobnie jak wykonywanie klasycznych rotacji bazujących na bodźcach wzrokowych, natomiast w znacznie mniejszym stopniu angażuje korę słuchową (Zatorre i in., 2010).

2.6 TRENING WYOBRAŹNI PRZESTRZENNEJ

W tym rozdziale zostały omówione najważniejsze zagadnienia dotyczące funkcjonowania wyobraźni przestrzennej z perspektywy kognitywnej i neurobiologicznej. Warto w tym miejscu przypomnieć, iż podobnie jak inne funkcje

umysłowe człowieka, funkcjonowanie wyobraźni (oraz ewentualne różnice indywidualne w tym zakresie) wyznaczone jest dynamiką procesów biologicznych oraz środowiskowych, a przede wszystkim ich interakcją. Mózg człowieka zachowuje plastyczność do późnych etapów jego rozwoju, a to stwarza przestrzeń na interwencje mające na celu usprawnianie umysłu nawet w podeszłym wieku (Iordan i in., 2020; Kawata i in., 2022; Nguyen i in., 2019). Treningi wyobraźni przestrzennej dają rezultaty obserwowane w badaniach zarówno behawioralnych, jak i neurologicznych na przykładzie zwiększenia ilości istoty szarej w strukturze hipokampa (Kühn i in., 2014).

2.6.1 Klasyczne treningi wyobraźni

Zagadnienia dotyczące treningu wyobraźni przestrzennej eksplorowane są na gruncie poznawczego treningu przestrzennego (*spatial cognitive training*, SCT) i obejmują badania prowadzone na próbach zarówno ludzi, jak i zwierząt (Zhou i in., 2020). Obszar SCT jest szczególnie potrzebny w diagnozie i rehabilitacji osób, które doświadczają łagodnego osłabienia funkcjonowania poznawczego (*mild cognitive impairment*, MCI), gdyż jedne z pierwszych symptomów dotyczą właśnie sprawności rozumowania przestrzennego (Laczó i in., 2017).

Od kilku dekad toczy się żywa dyskusja wśród badaczy na temat tego, do jakiego stopnia jest możliwe usprawnianie wybranych funkcji poznawczych oraz, co wydaje się jeszcze istotniejsze, na ile uzyskane efekty będą odporne na upływ czasu i zapewnią transfer pozytywny (Baenninger i Newcombe, 1989; Uttal i in., 2013; C. Yang i in., 2020). Transfer pozytywny powinien przede wszystkim uwzględniać wykonywanie nowych zadań wymagających wyobraźni przestrzennej, które nie były trenowane wcześniej, co zapewni uzyskanie efektów treningu nieodnoszących się do wyuczonych przykładów zadań (*instance – based*), a aktywizowanych procesów poznawczych prowadzących do ich rozwiązania (*proces – based*). Istnieją dane wskazujące, iż efekty transferu pozytywnego sięgają również wykonywania zadań z innych obszarów, np. matematyki (Cheng i Mix, 2014).

Metaanaliza obejmująca 217 badań nad treningiem wyobraźni przestrzennej dzieci i dorosłych obojga płci potwierdziła skuteczność treningów wyobraźni przestrzennej (Uttal i in., 2013). Uzyskano satysfakcjonujące wskaźniki²¹ siły efektu na poziomie 0,47 względem grup kontrolnych (SE = 0,04).

²¹ W tej metaanalizie posłużono się wskaźnikiem g Hedgesa (Uttal i in., 2013).

Ukazano też, iż efekty treningu wyobraźni przestrzennej są odporne zarówno na upływ czasu, jak i przerwy pomiędzy kolejnymi sesjami. Z analizy badań wynika, że efekty te dotyczą w równym stopniu kobiet i mężczyzn, a także dzieci. Odnotowano również efekt transferu pozytywnego uzyskanych rezultatów. Oznacza to, że efekty treningu wyobraźni przestrzennej przekładają się na wykonywanie innych zadań angażujących wyobraźnię przestrzenną, a nie jedynie na wykonywanie zadań bardzo podobnych do tych, które podlegały sesjom treningowym. Idąc dalej, wskazuje to, iż efekty treningu prowadzą do aktywizacji relewantnych procesów poznawczych, a nie wyuczenia się rozwiązywania konkretnych zadań.

Efektom treningu wyobraźni przestrzennej przypatrywano się także w próbie studentów medycyny w kontekście nauki anatomii. Z systematycznego przeglądu przeprowadzonego na 52 badaniach obejmujących ćwiczenie wyobraźni przestrzennej wynika, iż regularny trening prowadzi do poprawy funkcjonowania wyobraźni przestrzennej (Langlois i in., 2020). W innych badaniach z udziałem setki dzieci w wieku przedszkolnym pochodzących z różnych kręgów kulturowych ukazano, że treningi wyobraźni przeprowadzane za pomocą układania klocków poprawiały zdolność rozumowania przestrzennego (B.M. Casey i in., 2008).

Trening wyobraźni przestrzennej może odbywać się także w środowisku naturalnym danej jednostki, podczas codziennych aktywności wymagających określonych operacji przestrzennych. Dowiodły tego badania prowadzone w grupie taksówkarzy, u których odnotowano większe rozmiary struktury hipokampa w porównaniu z grupą kontrolną (Maguire i in., 2000).

2.6.2 Nowoczesne technologie a rozwój wyobraźni przestrzennej

Pomocą w usprawnianiu wyobraźni przestrzennej są nowoczesne technologie obejmujące gry komputerowe, programy i aplikacje wykorzystywane w treningach umysłu oraz oprogramowanie bazujące na interakcji człowiek – komputer (*human – computer interaction*, HCI) i wykorzystujące interfejs mózg – komputer (*brain – computer interface*, BCI), do którego należą aplikacje oparte na wirtualnej rzeczywistości (*virtual reality*, VR) oraz rozszerzonej rzeczywistości (*augmented reality*, AR). Istnieje szereg komercyjnych programów komputerowych służących poprawie funkcjonowania wyobraźni przestrzennej. Są one wykorzystywane zarówno w zdrowej populacji ogólnej, jak i w grupach szczególnie wymagających wsparcia, np. wskutek uszkodzeń neurologicznych, których efekty są widoczne w osłabionej kondycji funkcji poznawczych.

Przykładowo, wskazuje się, iż od 5% do 25% osób, które przebyły infekcję COVID-19, może doświadczać pewnej postaci zaburzeń neurologicznych, w tym tzw. mgły mózgowej (*brain fog*) pojawiającej się w okresie do dwóch – trzech miesięcy po zainfekowaniu i trwającej do sześciu miesięcy lub dłużej (Jennings i in., 2022; Krishnan i in., 2022; Wojcik i in., 2023). W kilku badaniach odnotowano obniżoną sprawność wyobraźni przestrzennej²² u pacjentów po przebyciu infekcji (Azcue i in., 2022; Hugon i in., 2022). W badaniach Peretza i współpracowników wykazano skuteczność treningów z użyciem specjalnych programów komputerowych w zakresie poprawy funkcjonowania uwagi, pamięci roboczej oraz uczenia się wzrokowo-przestrzennego (Peretz i in., 2011).

Badania podkreślają korzyści płynące z treningu wyobraźni przestrzennej za pomocą gier komputerowych (Kaufman, 2007; Uttal i in., 2013; Wells i in., 2021). W badaniach eksperymentalnych przeprowadzonych na Uniwersytecie w Toronto wykazano, iż dziesięć godzin treningu przestrzennego z wykorzystaniem gier komputerowych wystarczy, aby podnieść poziom wykonania Testu Rotacji Mentalnych (Feng i in., 2007). Co więcej, to grupa kobiet biorących udział w eksperymencie odniosła najwięcej korzyści z treningu. Wykonywanie rotacji mentalnych okazuje się również podatne na trening za pomocą gry w Tetris (Terlecki i in., 2008). W badaniu tym przyglądano się także stabilności w czasie efektów płynących z treningu przestrzennego przy kontroli takich zmiennych jak płeć czy wcześniejsze doświadczenia z zadaniami na wyobraźnię przestrzenną. Zaobserwowano krzywoliniowe zależności pomiędzy wykonaniem zadania a czasem. Badani osiągli coraz lepsze wyniki w zadaniu do dwunastego tygodnia od rozpoczęcia badania, po czym krzywa uległa wypłaszczeniu. Jednakże badani nadal wykonywali zadanie do 20% lepiej w porównaniu z fazą pretestu. Co więcej, odnotowano transfer pozytywny wyników treningu na inne zadania wykorzystujące wyobraźnię przestrzenną. Uzyskane rezultaty były niezależne od kontrolowanych zmiennych, co podkreśla fakt, jak bardzo elastyczna jest wyobraźnia przestrzenna.

Z pomocą w usprawnianiu wyobraźni przestrzennej przychodzą także najnowsze technologie oparte na interakcji człowiek – komputer, powszechnie stosowane w obszarze SCT. Należą do nich aplikacje wykorzystujące

²² Istnieją również badania ukazujące, iż neurologiczne powikłania w wyniku przebycia infekcji SARS-CoV-2 dotyczą obniżenia sprawności wyobraźni przestrzennej w bardzo małym stopniu (Bertuccelli i in., 2022). Uzyskano niespójne wyniki zależne od stosowanego zadania na wyobraźnię przestrzenną (Guo i in., 2022) lub wcale (Zhao i in., 2023).

wirtualną, jak i rozszerzoną rzeczywistość. Technologie te obecnie mają status skutecznych narzędzi edukacyjnych, podtrzymujących wewnętrzną motywację do uczenia się, skoncentrowanych na uczniach oraz umożliwiających realistyczne doświadczenia (Detyna i Kadiri, 2020). Obserwuje się korzyści płynące z treningów przestrzennych bazujących na VR i AR w badaniach przeprowadzonych na grupie studentów mechaniki (Martín-Gutiérrez i in., 2015), grafiki (Roca-González i in., 2016), elektroniki (Gómez-Tone i in., 2020) czy budownictwa (Kim i Irizarry, 2021).

2.7 WYOBRAŻENIA W PERSPEKTYWIE KLINICZNEJ

Procesy wyobrażeniowe, tak potrzebne w codziennym funkcjonowaniu człowieka w przestrzeni trójwymiarowej, mogą stać się źródłem cierpienia psychicznego. Mimo iż będące u podstaw procesów wyobrażeniowych sprawne procesy pamięci epizodycznej i prospektywnej są korzystne dla człowieka i zapewniają mu realizację licznych zadań, mogą one przyjąć również formę skrajną i być trudne do kontrolowania. Odmienne funkcjonowanie wyobraźni (obniżenie sprawności lub przeciwnie, jej nadmierna aktywność) rozpoznawane jest na gruncie zaburzeń neurologicznych i psychicznych. Dzięki licznym eksperymentom laboratoryjnym wiadomo, że reprezentacje umysłowe oparte na obrazach wzbudzają silniejsze emocje niż reprezentacje oparte na języku (E.A. Holmes i in., 2009; E.A. Holmes i Mathews, 2010). Przekłada się to na wpływ na zachowanie człowieka, co wykorzystywane jest w praktyce terapeutycznej. Praca z wyobrażeniami stanowi współcześnie obiecujące narzędzie pracy wielu psychoterapeutów, m.in. na gruncie terapii poznawczo-behawioralnej (D.M. Clark i in., 2006). Współcześnie badacze dysponują licznymi dowodami neurobiologicznymi popierającymi skuteczność interwencji opartych na wyobrażeniach (Skottnik i Linden, 2019).

2.7.1 Afantazja

Dla większości ludzi procesy wyobrażeniowe są nieodzownym elementem funkcjonowania, używanym wręcz nawykowo i wpisanym w codzienne aktywności. Wspierają one procesy umysłowe, usprawniając zachowanie człowieka. Tak jak w przypadku wyobraźni umysłowej badacze często posługują się metaforą „wewnętrznego oka umysłu”, tak osoby dotknięte afantazją charakteryzują jako pozbawione „wewnętrznego widzenia” (Monzel i in., 2022; Zeman i in., 2015). Ta neurorozwojowa charakterystyka rozpatrywana jest

w kategoriach spektrum i wiąże się z obniżonym poziomem możliwości lub wręcz ich brakiem w odniesieniu do doświadczania zmysłowych cech obiektów bez uprzedniego kontaktu z nimi przy jednocześnie zachowanych zdolnościach manipulacji obiektami w umysłowej przestrzeni.

Podobnie jak zdolność tworzenia obrazów umysłowych, tak i afantazja została po raz pierwszy systematycznie opisana przez Galtona w końcu XIX wieku. Podczas omówionego już zadania polegającego na opisie stolika ze śniadaniem część osób badanych raportowała trudności z przywołaniem obrazów umysłowych dotyczących wcześniej zaprezentowanej sceny (Zeman i in., 2015). Afantazja zazwyczaj ma charakter wrodzony, a osoby jej doświadczające często przez długi czas nie zdają sobie z niej sprawy (Zeman i in., 2016). Istnieją również przypadki afantazji nabytej w trakcie życia, najczęściej w wyniku przebytych zabiegów neurochirurgicznych, jednak występuje ona zdecydowanie rzadziej. Częstość występowania afantazji w populacji szacowana jest na 2,5–3,9% i wskazuje się, iż dotyczy w takim samym stopniu mężczyzn i kobiety. Szacuje się, że skrajnej formy afantazji polegającej na absolutnym braku zdolności generowania obrazów umysłowych doświadczają 0,7–0,8% populacji (Dance i in., 2022).

Konsekwencje tej charakterystyki dotyczą płaszczyzny umysłowej oraz neurofizjologicznej. Efekty w funkcjonowaniu umysłowym są zróżnicowane – w niektórych zadaniach osoby dotknięte afantazją wypadają lepiej aniżeli grupy kontrolne, w części zadań nie rozpoznano różnic w ich wykonaniu, a w niektórych zadaniach wypadają słabiej. Przykładowo, istnieją dane ukazujące, iż afantazja wiąże się z porównywalnym wykonaniem zadań na rotacje mentalne do grupy kontrolnej lub nawet lepszym (Keogh i Pearson, 2011). W zadaniach mierzących wzrokową i numeryczną pamięć roboczą oraz pamięć krótkotrwałą osoby dotknięte afantazją wypadają porównywalnie z grupami kontrolnymi, jednakże dojście do rozwiązania wymaga od nich użycia innych strategii (Milton i in., 2021). Charakterystyka ta wiąże się także z mniejszą podatnością na pseudohalucynacje wzbudzone w warunkach laboratoryjnych (Königsmark i in., 2021). Aczkolwiek w porównaniu z grupami kontrolnymi osoby z afantazją cechuje niższa dokładność pamięci epizodycznej, w tym pamięci autobiograficznej (Dawes i in., 2020), deklarują trudności z rozpoznawaniem twarzy oraz uboższe marzenia senne (Milton i in., 2021).

Badania z zakresu psychofizjologii ukazują, iż afantazja wiąże się z odmiennym w porównaniu z grupami kontrolnymi wzorcem pracy źrenic podczas prób tworzenia obrazów umysłowych (Kay i in., 2022). Jak ukazano we wcześniejszej

części pracy, normatywnie źrenice reagują na plastyczne obrazy umysłowe, kurcząc się i rozszerzając, gdyż wyobrażany materiał pobudza jądra pola przedpokrywowego odpowiedzialnego za ich odruchy. Badania na próbie osób dotkniętych afantazją dowiodły, iż odruch ten nie występuje w przypadku tej grupy. Ponieważ odruch źreniczny zachodzi poza kontrolą człowieka, badacze postulują, aby traktować go jako niezależną i obiektywną miarę afantazji (Kay i in., 2022).

2.7.2 Wyobrażenia a zaburzenia psychiczne

Intensywne generowanie obrazów umysłowych rozpoznawane jest na gruncie wielu zaburzeń, m.in. lękowych, afektywnych, behawioralnych oraz od substancji. Wyobrażenia w tym kontekście mają status czynników podtrzymujących zaburzenia (I.A. Clark i Mackay, 2015). W psychopatologii zwraca się na nie szczególną uwagę z powodu ich silnego wpływu na stan emocjonalny człowieka. Nawracające, intruzywne obrazy (tzw. *flashbacki*) są centralnym objawem zaburzeń stresu pourazowego (*post-traumatic stress disorder*, PTSD). Mają one charakter niewolicjonalny i przyjmują formę wspomnień dezintegrującego wydarzenia, którego doświadczyła dana osoba lub była jego świadkiem. Eksperymenty prowadzone w modelu warunkowania reakcji strachu u zwierząt, potwierdzone badaniami obejmującymi próby kliniczne pacjentów doświadczających PTSD, wykazały istotne znaczenie trzech struktur mózgowych w rozwoju stresu pourazowego. Wskazuje się na interakcje ciała migdałowatego, brzuszno-przyśrodkowej kory przedczołowej oraz hipokampa (Rauch i in., 2006; Shin i in., 2007). Ekspozycja na bodziec wzbudzający zagrożenie prowadzi do hiperaktywności ciała migdałowatego przy jednocześnie obniżonej aktywności brzuszno-przyśrodkowej kory przedczołowej i hipokampa. Z jednej strony nadmierna aktywność ciała migdałowatego skutkuje silnym emocjonalnym nacechowaniem wspomnień powiązanych z wydarzeniem traumatycznym, a jednocześnie obniżona aktywność czołowa niesie konsekwencje w postaci obniżonych zdolności odwrócenia od nich uwagi. Dodatkowo, hipoaktywność w obrębie hipokampa wiąże się z obniżonymi możliwościami wolicjonalnego przywołania detali zdarzenia (I.A. Clark i Mackay, 2015). W zaburzeniach stresu pourazowego obrazy umysłowe prowadzą do ponownego odtworzenia traumy, zatem na nowo pobudzają opisany obwód neuronalny, podtrzymując jednocześnie zaburzenie.

W zaburzeniach stresu pourazowego dominują wyobrażenia dotyczące zdarzeń przeszłych, które wiązały się z zakłóceniem integracji psychicznej lub fizycznej danej jednostki. Natomiast w depresji nawracające obrazy

umysłowe nie tylko dotyczą przeszłości i teraźniejszości, ale także mają charakter prospektywny, tzn. są ukierunkowane na to, co dopiero może się wydarzyć w przyszłości (Morina i in., 2011). Wyobrażenia te cechuje walencja ujemna, mogą przyjmować formę negatywnych wspomnień lub przewidywania niekorzystnego biegu wydarzeń w przyszłości. W skrajnych przypadkach obrazy umysłowe ukierunkowane na przyszłość wiążą się z myślami samobójczymi (E.A. Holmes i in., 2007). Perspektywa poznawczo-behawioralna wskazuje, iż nawracające negatywnie nacechowane obrazy umysłowe podobnie jak myśli stanowią formę dysfunkcyjnych przekonań danej osoby podtrzymujących jej stan (Beck, 2019).

Z drugiej strony, zaburzenia depresyjne wiążą się z niższą zdolnością tworzenia wyobrażeń o walencji dodatniej (E.A. Holmes i in., 2016). Jest to manifestowane m.in. w obniżonej plastyczności generowanych obrazów umysłowych. Osoby z historią zaburzeń depresyjnych tworzą mniej żywe obrazy umysłowe dotyczące pozytywnych wydarzeń na podstawie podawanych wskazówek w porównaniu z grupami kontrolnymi (Werner-Seidler i Moulds, 2011). W badaniach z użyciem Testu Prospektywnej Wyobraźni (*Prospective Imagery Test*), w którym badani proszeni są o tworzenie hipotetycznych scenariuszy dotyczących pozytywnych i negatywnych wydarzeń, osoby cierpiące na depresję osiągają niższe wyniki w zakresie szybkości udzielania odpowiedzi, plastyczności i szczegółowości wyobrażeń, ale jedynie w przypadku scenariuszów ujmujących wydarzenia pozytywne (Stöber, 2000). Jednak nawet w grupie osób cierpiących na zaburzenia afektywne można zidentyfikować jednostki, które mimo stanów depresyjnych tworzą pozytywne wyobrażenia ukierunkowane na przyszłość. W badaniach prowadzonych w modelu podłużnym wykazano dodatnie korelacje pomiędzy aktualną plastycznością pozytywnych wyobrażeń ukierunkowanych na przyszłość a poziomem optymizmu mierzonego siedem miesięcy później (Ji i in., 2017).

Tematyka wyobraźni umysłowej jest podejmowana również w kontekście zaburzeń lękowych. Jednostki cierpiące na nie przejawiają negatywnie nacechowane myśli, które automatycznie pojawiają się w postaci ruminacji. Ruminalacje przybierają formę obrazów umysłowych lub quasi-werbalną (Beck, 2019). Dotyczą one najczęściej przyszłych wydarzeń, których wystąpienia dana osoba się obawia (Hirsch i Holmes, 2007). Podobnie jak w przypadku zespołu stresu pourazowego oraz depresji, negatywnie nacechowane obrazy umysłowe w zaburzeniach lękowych uznawane są za czynnik podtrzymujący zaburzenie u danej osoby.

W badaniach Kathleen Tallon i współpracowników (2020) ukazano, iż osoby cierpiące na zespół lęku uogólnionego nie różnią się od grupy kontrolnej w zakresie zdolności tworzenia wyobrażeń, spontanicznego ich używania w codziennych sytuacjach oraz ich plastyczności. Obserwowane różnice dotyczyły wyobraźni prospektywnej w grupie osób z zaburzeniami lękowymi. Wyobrażenia prospektywne w zespole lęku uogólnionego obejmowały intruzyjne, nawracające scenariusze dotyczące negatywnych wydarzeń odnoszących się do życia jednostek.

W fobii społecznej spontanicznie narzucające się obrazy umysłowe odnoszą się do zniekształconego wizerunku danej jednostki w sytuacji społecznej (D.A. Clark, 2001). Dochodzi wówczas do wyobrażania sobie siebie samego z perspektywy trzeciej osoby – obserwatora. W badaniach Ann Hackmann i współpracowników (1998) zaobserwowano, iż osoby cierpiące na fobię społeczną istotnie częściej raportowały spontanicznie pojawiające się w sytuacjach społecznych obrazy dotyczące własnego wizerunku w oczach obserwatorów w porównaniu z grupą kontrolną. W innych badaniach ukazano natomiast, że fobia społeczna wiąże się z częstszym przyjmowaniem perspektywy trzeciej osoby w sytuacjach społecznych, natomiast osoby z grup kontrolnych częściej przyjmują perspektywę pierwszoosobową (Wells i in., 1995).

2.8 PODSUMOWANIE

Problematyka wyobraźni przestrzennej, mimo iż od dawna obecna w badaniach psychologicznych, zdaje się wciąż podejmowana na nowo, a jej odniesienie do codziennego funkcjonowania człowieka reinterpretowane na podstawie współczesnych badań z obszaru neuronauki. Celem powyższego rozdziału było zasygnalizowanie najważniejszych wątków i nurtów badawczych związanych z wyobraźnią umysłową, zwłaszcza w nawiązaniu do wyobraźni przestrzennej. W dalszej części książki przybliżona zostanie problematyka oddziaływania lęku na wyobraźnię przestrzenną z perspektywy mechanizmów poznawczych oraz neurobiologicznych oraz przedstawione zostaną konsekwencje tego wpływu. Można w tym miejscu zadać sobie pytanie, jaki jest cel i uzasadnienie zajmowania się relacjami pomiędzy dwoma (pozornie) odseparowanymi od siebie rzeczywistościami – lękiem i wyobraźnią przestrzenną. Drugi rozdział dostarczył kilku przesłanek w tej sferze.

•

3 WPŁYW LĘKU NA WYOBRAŻNIĘ PRZESTRZENNĄ

• • •

WSTĘP

Temat ten w szerszej perspektywie odwołuje się do problematyki wpływu emocji na procesy poznawcze. Obecnie nie jest możliwe jednoznaczne stwierdzenie, czy emocje oddziałują na procesy przetwarzania informacji korzystnie czy szkodliwie. Dalej pojawia się pytanie, jak wpływają na funkcjonowanie poznawcze emocje pozytywne, a jak negatywne. Czy zawsze emocje pozytywne wpływają dodatnio, a negatywne ujemnie? Byłoby to najpewniej zbyt nieuproszczenie skomplikowanej rzeczywistości zależności pomiędzy sferą „serca” i „rozuwu”. Aczkolwiek i tak proste przełożenia istnieją na styku dziedzin psychologicznych. Odwołując się chociażby do popularnych w obszarze psychologii sądowej badań nad pamięcią świadków, można wskazać, jak negatywny afekt potrafi zniekształcić procesy kodowania i wydobywania danych. Z drugiej zaś strony, kierując się ku tematyce książki, dysponujemy wiedzą z badań eksperymentalnych na temat korzystnego wpływu lęku na szybkość wykonywania rotacji mentalnych. Już samo zestawienie tych dwóch faktów generuje kolejne intrygujące pytanie – czy zatem nie jest tak, iż wpływ emocji na umysł zależy nie tylko od kierunku emocji, ale również od interesującego badacza procesu poznawczego? Celem stawianych pytań jest nie tyle przybliżenie do bezpośredniej odpowiedzi na nie, ile raczej zasygnalizowanie złożoności tematu i ukazanie, z jak różnych perspektyw można do niego przystąpić. W tym rozdziale zostaną ukazane podstawy teoretyczne wraz z obrazem badań w tematyce lęku i wyjątkowego procesu poznawczego, jakim jest wyobraźnia przestrzenna.

3.1 LĘK A WYOBRAŹNIA PRZESTRZENNA

Aby zrozumieć, jak, dlaczego oraz w jakich warunkach lęk wpływa na wyobraźnię przestrzenną, należy przyjrzeć się wpływowi lęku na procesy poznawcze, a dokładnie na to, co leży u ich podłoża. Informować o tym będzie oddziaływanie tej emocji na procesy uwagowe i kontrolne, które stanowią podstawę sprawnego przebiegu procesów poznawczych. Zatem w pytaniu o wpływ lęku na wyobraźnię przestrzenną lub jakiegokolwiek inny proces poznawczy mieści się mniejsze pytanie dotyczące wpływu lęku na procesy uwagowe, które są niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania wyobraźni przestrzennej. Dopiero osłabienie tych procesów niesie za sobą konsekwencje dla przebiegu całego procesu. Optykę tę można odnaleźć na gruncie dwóch korespondujących ze sobą zjawisk: (1) oddziaływania na procesy umysłowe związane z zarządzaniem uwagą (Culot i in., 2021; M.W. Eysenck i Calvo, 1992; Pourtois i in., 2013; Siman-Tov i in., 2009) oraz (2) interferencji poznawczej i walki o zasoby poznawcze (Sarason, 1988).

3.1.1 Mechanizm wpływu lęku na procesy uwagowe

System poznawczy, jakim dysponuje człowiek, stanowi rozbudowaną sieć wzajemnych powiązań pomiędzy procesami i strukturami umysłowymi. Jednocześnie system ten ma z natury ograniczone możliwości, co oznacza, iż człowiek jest w stanie jednocześnie procesować pewną limitowaną ilość danych, które do niego docierają. Ewolucja poradziła sobie z tym problemem, pozwalając umysłowi na wytworzenie procesu poznawczego, jakim jest uwaga. Stało się tak wskutek dwóch odmiennych z perspektywy poznawczej aktywności zwiększających szanse przetrwania: poszukiwania jedzenia oraz unikania zagrożenia (Öhman i in., 2001).

Elementarne funkcje uwagi dotyczą selekcjonowania i priorytetyzacji informacji docierających do człowieka na wczesnych etapach przetwarzania. Selektywność uwagową rozpatruje się pod kątem jej możliwości w zakresie pojemności lub ilości informacji, które człowiek może naraz przetwarzać (Cowan, 1988). Jednocześnie wstrzymywany jest dostęp do danych, które nie spełniają kryterium użyteczności w danym momencie. Rozpatruje się je także w perspektywie takich jakości jak gotowość do odbioru informacji (Unsworth i in., 2022). Wyznacznikiem pomysłowości gotowości jest pobudzenie fizjologiczne oraz kondycja umysłowa człowieka. Obrazują to sytuacje, w których

głód lub deprywacja snu obniżają próg gotowości do odbioru informacji, a spożycie kofeiny podwyższa go.

3.1.1.1 Oddolne i odgórne procesy uwagowe

Procesy uwagowe są niezbędne dla przebiegu innych operacji umysłowych i umożliwiają człowiekowi sprawne funkcjonowanie w świecie i adaptację w środowisku. Dzięki uwadze jesteśmy w stanie reagować na bodźce docierające ze środowiska, jak i skupiać się na realizowanych zadaniach. Adaptacyjne funkcje uwagi wyrażane są w elastycznym balansie pomiędzy realizacją działań ukierunkowanych na cel a przekierowywaniem uwagi na pojawiające się bodźce z otoczenia, które nieustannie rywalizują o skupienie się na nich. Jest to tzw. reakcja reorientacyjna (*reorienting response*) związana z adaptacją systemu uwagowego do potrzeb sytuacyjnych, np. nowych elementów w otoczeniu wymagających uwagi (Corbetta i in., 2008; Diamond, 2013).

Funkcje uwagi selektywnej ujmuje koncept dwóch systemów uwagowych: odgórnego oraz oddolnego (Corbetta i Shulman, 2002). System odgórny, inaczej nazywany endogennym (*top – down, goal – directed*), wiąże się z wolicjonalnym i celowym ukierunkowaniem na rozpoznawanie obiektów, identyfikację cech bodźców na podstawie wyznaczonego zadania (Bowling i in., 2020; Hopfinger i in., 2000). Działanie uwagi odgórnej obrazuje sytuacja przeszukiwania pola percepcyjnego, gdy poszukujemy elementu na podstawie wyznaczonych cech. Przykładowo, rozglądając się za określonym produktem na półce w sklepie, posługujemy się podstawowymi jego właściwościami i na ich podstawie dokonujemy wyboru. Z kolei system oddolny zwany również egzogennym (*bottom – up, stimulus driven*) wiąże się z niewolicjonalnym, automatycznym i natychmiastowym skierowaniem uwagi na pojawiające się bodźce wraz z ich podstawowymi charakterystykami takimi jak kolor, kształt, sposób poruszania się czy ukierunkowanie (Bishop, 2008; Bowling i in., 2020; Hermans i in., 2014; Hopfinger i in., 2000; J.E. LeDoux, 2009). System ten działa w sposób niezawodny, gdyż nie zależy od możliwości kontrolnych oraz czynników motywacyjnych. To znajdujące się w otoczeniu człowieka rozmaite bodźce pobudzające różne modalności sensoryczne przyciągają jego uwagę, nawet jeżeli nie jest to planowane. Przykładowo, uwagę przyciągają znajdujące się na ziemi obiekty o powykrzywianym kształcie, które nasuwają skojarzenie z wężem lub nogami pajaków (Delchau i in., 2020). Momentalnie uwaga zostaje ukierunkowana na bodziec o tym kształcie, natomiast odwrócona od bodźca o kształcie np. prostokąta (LoBue, 2014). Procesy związane

z pracą obu systemów są reprezentowane przez różne struktury mózgowie: praca uwagi oddolnej wiąże się z aktywnością obszarów podkorowych, podczas gdy uwaga odgórna reprezentowana jest przez grzbietowo-boczną korę przedczołową (Bishop, 2008; Fani i in., 2012).

W oparciu o fenomen uwagi oddolnej i odgórnej funkcjonują dominujące modele teoretyczne wpływu lęku na procesy poznawcze. Również poprzez te mechanizmy wyjaśnia się wpływ lęku na wyobraźnię przestrzenną, która jako akt przetwarzania informacji o charakterze quasi-percepcyjnym eksploduje zasoby uwagowe.

3.1.1.2 Facylitacja przetwarzania treści związanych z zagrożeniem

Funkcjonalnie emocje mają na celu informować organizm, iż dzieje się coś ważnego. Wraz z ich pojawieniem się następuje adaptacyjna odpowiedź behawioralna polegająca na dążeniu do kontaktu z bodźcem nagradzającym lub unikaniu bodźca zagrażającego. Z perspektywy poznawczej emocje zaburzają homeostazę pomiędzy uwagą oddolną a uwagą odgórną. Współpracujące dotychczas systemy tracą dynamiczną równowagę (Cisler i Koster, 2010; Öhman i in., 2001). Procesy uwagi odgórnej są dezaktywowane na rzecz wzmożonej czynności uwagi oddolnej. W przypadku lęku związane jest to z reakcją orientacyjną na bodziec powiązany z zagrożeniem. Zjawisko to zostało opisane w rozdziale pierwszym w kontekście stronniczości uwagowej (*attentional bias*). Przykładowo, człowiek, idąc do pracy, może w myślach planować, co będzie robił w ciągu dnia, co będzie wspierane przez procesy odgórne. Jednakże, gdy tylko usłyszy hałas, przerwie natychmiast tę czynność, aby zlokalizować źródło dźwięku, co będzie reprezentowało aktywację procesów oddolnych. Ewolucyjnie uargumentowane jest zjawisko, gdy bodźce zagrażające stają się atrakcyjne dla systemu poznawczego, a kontrola celowego zachowania schodzi na dalszy plan. Priorytetyzacja przetwarzania tych informacji miała w przeszłości znaczenie dla przetrwania i skutecznego działania w środowisku.

Facylitację przetwarzania bodźców o naturze zagrażającej obserwuje się przede wszystkim w trakcie prezentacji bodźców uniwersalnie uznawanych za wzbudzające zagrożenie. Na drodze ewolucji umysł rozwinął zdolność priorytetyzacji przetwarzania tych bodźców, które mogą zaszkodzić zdrowiu lub życiu. W ten sposób człowiek nauczył się natychmiastowej detekcji twarzy przedstawiających negatywną, wrogą mimikę, drapieżnych zwierząt czy zagrażających środowisk (Brosch i in., 2010). Taka ekspozycja natychmiastowo

wywołuje aktywację uwagi oddolnej, dzięki czemu bodźce te przetwarzane są szybciej aniżeli bodźce nacechowane neutralnie (Bannerman i in., 2009; Bradley i in., 1997; Brosch i in., 2010; Carlson i Reinke, 2008; A. Holmes i in., 2005; Öhman i in., 2001). Szybkie zwracanie uwagi na zagrożenie wciąż jest kluczowe dla przetrwania, nawet jeżeli w otoczeniu człowieka dominują inne bodźce wzbudzające lęk. Podobnego zjawiska badacze doszukali się podczas prezentacji bodźców nacechowanych dodatnio, aczkolwiek uzyskane efekty statystyczne okazały się znacznie słabsze aniżeli w przypadku bodźców o walencji ujemnej (Mammarella, 2011; Sussman i in., 2016). Pomimo ułatwiania przetwarzania treści dotyczących zagrożenia lęk działa niekorzystnie na procesowanie pozostałych informacji. Stoją za tym ograniczone możliwości przetwarzania informacji charakterystyczne dla ludzkiego umysłu. Limitowane zasoby poznawcze są absorbowane przez bodźce lękotwórcze, w związku z czym pozostaje ich mniej na przetwarzanie pozostałych danych.

W podobny sposób wpływ lęku na procesy poznawcze ujmuje model dwójakiego mechanizmu kontroli (*dual mechanisms of control*) (Braver, 2012). Zgodnie z tym ujęciem teoretycznym umysł dysponuje dwoma systemami poznawczymi: kontrolą proaktywną (*proactive control*) i kontrolą reaktywną (*retroactive control*). System proaktywny wiąże się z zachowaniem ukierunkowanym na cel, dlatego inaczej nazywany jest systemem ukierunkowanego działania (*goal – driven*). Informacje przetwarzane są w oparciu o wyznaczony cel, co stanowi odpowiednik procesów uwagi odgórnej. Z kolei system reaktywny jest związany z przetwarzaniem bodźców pojawiających się w otoczeniu, dlatego inaczej nazywany jest systemem ukierunkowania na bodźce (*stimulus – driven*) i stanowi analog uwagi oddolnej. W sytuacji doświadczania lęku dochodzi do wzmożonej aktywności kontroli reaktywnej oraz obniżonej aktywności kontroli proaktywnej (Braver, 2012; Y. Yang i in., 2018).

3.1.1.3 Interferencja poznawcza

Jak zasygnalizowano powyżej, konsekwencją przechwycenia przez system uwagowy bodźców o charakterze zagrażającym jest niedostateczna możliwość skupienia się na pozostałych informacjach. Wynika to z ograniczonych możliwości umysłu człowieka, gdyż dysponuje on skończoną liczbą zasobów poznawczych. Walkę o zasoby poznawcze wygrywają bodźce emotogenne (Sarason, 1988). Zjawisko to jest określane mianem interferencji poznawczej.

Lęk ma naturę antycypacyjną, gdyż jego przedmiotem nie są realne obiekty czy wydarzenia, a myśli na ich temat. Myśli te, będące treściowym

aspektem lęku, wzbudzają niepokój i obawy, łańcuchową reakcję negatywnych przekonań oraz oczekiwania ujemnych rezultatów własnych działań. Zmartwienia mogą obejmować również predykcję porażki, zwątpienie we własne możliwości i nadmierną troskę w sytuacjach stresujących (Borkovec i in., 1998; M.W. Eysenck i Calvo, 1992; Sibrava i Borkovec, 2006). Niepokój i obawy przyjmują głównie formy subwerbalne i werbalne, prowadząc do mowy wewnętrznej na temat antycypowanych negatywnych wydarzeń (Borkovec i in., 1998). Mogą również pojawiać się w formie negatywnych obrazów umysłowych (Mathews, 1990; Metzger i in., 1990; Sibrava i Borkovec, 2006). Adaptacyjną funkcją treściowych aspektów lęku jest wzbudzenie gotowości człowieka do poradzenia sobie z potencjalnym zagrożeniem. Niepokój i obawy dają możliwość modelowania w umyśle przebiegu przyszłych wydarzeń. Czynność ta może wydawać się bliska rozwiązywaniu problemów. Zasadnicza różnica tkwi w efektach tych działań: rozwiązywanie problemów prowadzi do poradzenia sobie z wyzwaniem, a zmartwianie opiera się na wewnętrznej (oraz zewnętrznej) mowie dotyczącej negatywnych skutków działań (Mathews, 1990). Odmienność tych fenomenów wykazano w badaniach obejmujących próbę weteranów ze zdiagnozowanym zespołem stresu pourazowego (Nezu i Carnevale, 1987), osoby cierpiące na zespół agorafobii (Brodbeck i Michelson, 1987), jak również osoby cechujące się podwyższonym poziomem lęku – stanu (Tallis i in., 1991). Zmartwienie, obawy i niepokój jako poznawczy komponent lęku niewątpliwie pełnią ważną adaptacyjną funkcję, przygotowując człowieka do poradzenia sobie z ewentualną trudną sytuacją. Z drugiej zaś strony, ich natężenie powoduje odwrócenie uwagi od zadań stojących przed człowiekiem. Ich obecność jest nieistotna z perspektywy celu, jaki stoi przed jednostką. Czasami omawiane aspekty treściowe lęku są nazywane wręcz intruzywnymi, gdyż potrafią pojawiać się mimowolnie oraz zawłaszczać limitowane „moce przerobowe” umysłu i systemu poznawczego. W tym kontekście zakłócają one normatywny przebieg procesów poznawczych. Dostępne zasoby poznawcze poświęcane są monitorowaniu sytuacji zagrażającej oraz skupieniu na emocjach, wobec czego mniej ich zostaje na realizację zadania stojącego przed człowiekiem, co doprowadza do słabszego wykonania (Sarason, 1988).

3.1.1.4 Efektywność i skuteczność działania pod wpływem lęku

Czy podwyższony poziom lęku zawsze prowadzi do obniżonego wykonywania zadań umysłowych? Już na poziomie intuicyjnym pojawia się chęć

sprzeciwu na podstawie własnych doświadczeń życiowych. Chociażby na przykładzie egzaminowania wykazać można, iż stres i lęk towarzyszące sprawdzaniu wiedzy nierzadko działają mobilizująco, nie tylko nie blokując dostępu do posiadanej wiedzy i umiejętności, ale także wspierając jej wydobywanie. Dane anegdotyczne zdają się sygnalizować zniuansowanie tej problematyki. Na gruncie Teorii Efektywności Przetwarzania oraz Teorii Kontroli Uwagowej starano się ubrać to zagadnienie w konkretne ramy teoretyczne ukazujące mechanizmy wpływu lęku na przetwarzanie informacji. W ten sposób zaproponowano dwojaki sposób ujmowania wykonywania zadań (*performance*) pod wpływem emocji: skuteczności (*effectiveness*) i efektywności (*efficiency*). Pojęcie skuteczności wyraża aspekty ilościowe wykonywanego zadania i jest ona operacjonalizowana jako liczba lub procent poprawnych odpowiedzi na podstawie odpowiednich miar behawioralnych. Natomiast pojęcie efektywności wskazuje na aspekty jakościowe wykonania zadań i odnosi się do proporcji pomiędzy skutecznością a wysiłkiem umysłowym włożonym w wykonywane zadanie operacjonalizowanym jako czas reakcji (M.W. Eysenck, 1979; M.W. Eysenck i Calvo, 1992).

Efektywność wykonywanego zadania poznawczego jest wysoka, gdy skuteczność jest wysoka, a czas reakcji krótki. Przeciwnie, efektywność wykonywanego zadania poznawczego jest niska, gdy skuteczność jest niska, a czas reakcji długi. Płaszczyzna teoretyczna ukazuje, iż niekorzystne efekty lęku będą silniejsze w odniesieniu do efektywności wykonywanych zadań aniżeli skuteczności (M.W. Eysenck i Derakshan, 2011). Doświadczenie lęku może nie wpłynąć na bezwzględną poprawność wykonywanego zadania, lecz jednocześnie doprowadzić do przeciążenia poznawczego poprzez konsekwencje drenowania zasobów umysłowych. Zadanie może być wykonywane wolniej i prowadzić do większego zmęczenia i wyczerpania emocjonalnego niż w sytuacji nieobciążonej lękiem. Mowa zatem o występowaniu tzw. kosztów psychologicznych będących rezultatem odczuwania lęku podczas wytężonej pracy umysłowej (Gawda i Szepietowska, 2016).

Pomimo dominacji miar behawioralnych w postaci czasu reakcji koszty psychologiczne ponoszone w wyniku doświadczania lęku badane są również komplementarnie za pomocą miar z zakresu psychofizjologii lub narzędzi samoopisowych. I tak, oceny wysiłku poznawczego wkładanego w wykonywane zadanie pod wpływem emocji dokonuje się za pomocą okulografii, biorąc pod uwagę zarówno czas fiksacji, jak i ruchy sakkadowe gałki ocznej (Wieser i in., 2009).

Wychodząc poza problematykę znaczenia lęku, wprowadzenie pojęć skuteczności i efektywności pomaga zrozumieć problem kosztów psychologicznych ponoszonych w trakcie wykonywania zadań pod wpływem nie tylko emocji, ale także innych czynników mających znaczenie dla *performance'u*, jak np. zmęczenia czy deprywacji snu. Doświadczanie różnorodnych stanów psychofizycznych nie musi zawsze bezwzględnie wiązać się z pogorszonym wykonywaniem zadań umysłowych. Wiąże się jednak z ponoszeniem określonych kosztów psychologicznych pomimo obiektywnie poprawnego wykonywania działań. W przypadku zadań poznawczych zazwyczaj określone są one w postaci wydłużonego czasu reakcji. Mogą przybierać jednak różne inne formy, np. wyczerpanie emocjonalne, zmęczenie czy obniżony poziom dobrostanu. Urealniając tę problematykę, można podać przykład tłumacza symultanicznego, który przez określony czas bezbłędnie wykonuje swoją pracę, lecz towarzyszy temu bardzo wysoki poziom zmęczenia rozumianego jako koszty psychologiczne, które ponosi w związku z intensywną aktywnością umysłową.

3.1.1.5 Teoria Kontroli Uwagowej

Omówione powyżej prawidłowości ukazują mechanizmy wpływu lęku na procesy poznawcze z perspektywy zakłócenia równowagi pomiędzy dwoma systemami oraz interferencji poznawczej wynikającej z walki o zasoby poznawcze pomiędzy dwoma konkurencyjnymi zadaniami. Informacje te zostały zintegrowane na gruncie dwóch teorii dotyczących wpływu lęku na procesy poznawcze: Teorii Efektywności Przetwarzania (M.W. Eysenck, 1979; M.W. Eysenck i Calvo, 1992) i jej zmodyfikowanej wersji w postaci Teorii Kontroli Uwagowej (M.W. Eysenck i in., 2007). Główne założenia tych teorii skupiają się wokół wpływu lęku na procesy kontroli uwagi, które leżą u podłoża licznych czynności umysłowych (M.W. Eysenck i Derakshan, 2011). Pojęcie kontroli uwagi (*attentional control*) odnosi się do możliwości elastycznego ukierunkowywania uwagi w zależności od aktualnego celu i bodźców pojawiających się w otoczeniu (Astle i Scerif, 2009; Muris i in., 2008). Można zatem powiedzieć, iż kontrola uwagowa steruje pracą procesów uwagowych w ten sposób, aby człowiek mógł dostosowywać swoje zachowanie do wymogów środowiskowych. Teoria Kontroli Uwagowej nawiązuje do trzech elementarnych, niezależnych, lecz jednocześnie skorelowanych funkcji uwagowo-kontrolnych wyłonionych za pomocą analiz czynnikowych (Miyake i in., 2001). Autorzy zwracają uwagę na trzy następujące

funkcje: (1) hamowanie, (2) giętkość poznawczą i (3) aktualizację danych w pamięci operacyjnej. Na podstawie metaanalizy 58 badań, w których łącznie wzięło udział 8292 uczestników, wykazano istotne efekty lęku dla funkcji giętkości i hamowania (M.W. Eysenck i Derakshan, 2011). Dodatkowo wykazano silniejszy wpływ lęku na efektywność realizowanych działań umysłowych w porównaniu z wpływem na skuteczność.

3.1.1.6 Znaczenie pamięci roboczej

W Teorii Efektywności Przetwarzania (*Processing Efficiency Theory*) zaproponowano wpływ lęku na procesy poznawcze w oparciu o jego oddziaływanie na pamięć roboczą²³. W tym miejscu warto przypomnieć, czym jest ten fenomen. Pamięć robocza w przeciwieństwie do pamięci krótkotrwałej w klasycznym blokowym ujęciu posiada aktywną i dynamiczną naturę. Pojęcie to odnosi się do grupy procesów wyspecjalizowanych w podtrzymywaniu i aktywnym przetwarzaniu reprezentacji umysłowych niezbędnych dla przebiegu operacji umysłowych (A.D. Baddeley i Hitch, 1974; Oberauer i in., 2003). W literaturze jest przedstawiana jako proces funkcjonujący na pograniczu pamięci i uwagi (Kane i in., 2001). Wśród badaczy tego fenomenu panuje zgodność co do aktywnej i dynamicznej natury pamięci roboczej, co zresztą odróżnia ją od pamięci krótkotrwałej w klasycznym blokowym ujęciu architektury umysłu. Konstrukta ten doczekał się kilku konceptualizacji, z czego najpopularniejszym modelem jest wielokomponentowe i hierarchiczne ujęcie Alana Baddeleya i Grahama Hitcha (1974). Pamięć robocza jest reprezentowana przez wyspecjalizowane komponenty, z których każdy pełni odrębną funkcję dla krótkotrwałego przechowywania informacji w umyśle (A.D. Baddeley i Hitch, 1974; A.D. Baddeley i Logie, 1999). Najważniejszą rolę w relacji między lękiem a procesami poznawczymi przypisano centralnemu systemowi wykonawczemu (*central executive*), który zajmuje nadrzędne miejsce w hierarchii systemów pamięci roboczej (Baddeley i Logie, 1999). Do zadań centralnego systemu wykonawczego należy: (1) koordynacja i kontrola pozostałych modułów pamięci roboczej, (2) alokacja, czyli rozdzielanie zasobów uwagowych pozostałym modułom, (3) selekcjonowanie napływających informacji, (4) aktywacja danych z poziomu trwałego magazynu pamięciowego (A. Baddeley, 1996).

²³ Inaczej nazywana jest pamięcią operacyjną lub pracującą.

Centralny system wykonawczy stanowi kluczowy element w Teorii Efektywności Przetwarzania oraz Teorii Kontroli Uwagowej. Mechanizmy oddziaływania lęku na procesy umysłowe wyjaśniane są właśnie na podstawie wpływu lęku na centralnego wykonawcę. Niemniej warto wspomnieć o podlegających mu systemach przetwarzających specyficzne formy danych. Pętla fonologiczna (*phonological loop*) pozwala na przechowywanie danych w formie akustycznej i operowanie nimi. Z kolei notes wzrokowo-przestrzenny (*visual-spatial sketchpad*) pozwala na analogiczne działania przeprowadzane na materiale w formie wzrokowo-przestrzennej. Z perspektywy problematyki książki to system wzrokowo-przestrzenny jest ważniejszy, gdyż często uznaje się go za podstawę sprawnego funkcjonowania wyobraźni przestrzennej oraz wręcz proponuje się traktowanie rotacji mentalnych jako jego miary. Dane pochodzące z podsystemów integrowane są na poziomie bufora epizodycznego (*episodic buffer*) działającego w trybie polimodalnym (A. Baddeley, 2000).

Z nieco innej perspektywy procesom pamięci roboczej przyjrzał się Nelson Cowan w modelu aktywacyjnym (Cowan, 1988). Traktował on pamięć roboczą jako tę część pamięci trwałej, która jest w danym momencie zaktywowana i podlega uświadomieniu. Jej funkcje, podobnie jak w klasycznym modelu Alana Baddeleya, dotyczą podtrzymywania danych potrzebnych do bieżących operacji umysłowych. Informacje te podtrzymywane są w tzw. ognisku uwagi mieszczącym ± 4 jednostki informacji (Cowan, 2001). Centralny system wykonawczy odpowiada za celowe skierowanie uwagi na informacje, które są w danym momencie istotne. Dzięki procesom uwagowym dane te są przenoszone do ogniska, a następnie podtrzymywane tam przez limitowany czas (Cowan, 1998).

Klaus Oberauer (2002) wskazał, iż pamięć operacyjna działa na podstawie interakcji trzech elementów pozostających na zróżnicowanym poziomie aktywacji. W jego modelu inspirowanym modelem aktywacyjnym obecne jest ognisko uwagi, lecz pojemność pamięci roboczej szacowana jest na zaledwie jedną reprezentację. Pozostałe informacje znajdują się w tzw. „poczekalni”, czyli obszarze dostępu bezpośredniego, którego pojemność ograniczona jest do czterech porcji informacji. Pamięć długotrwała aktywowana jest dzięki celowo kierowanej uwadze lub bodźcom zewnętrznym ją przyciągającym (Oberauer, 2002). W tym modelu wskazuje się na trzy podstawowe funkcje pamięci operacyjnej: (1) tymczasowe przechowywanie i przetwarzanie, (2) relacyjną integrację, (3) nadzór (Oberauer i in., 2003, 2008). Krótkotrwałe

przechowywanie i procesowanie danych dotyczy tych informacji, które są niezbędne do przeprowadzenia dalszych operacji umysłowych. Relacyjna integracja odnosi się do tworzenia nowych reprezentacji mentalnych za pomocą integrowania tych danych, które są gromadzone z poziomu pamięci długotrwałej, jak i z poziomu bieżącego odbioru bodźców za pomocą procesów percepcji. Nadzór stanowi proces wykonawczy i angażuje działania związane z monitorowaniem oraz regulacją: aktywowaniem tych procesów, które są ważne z perspektywy celu, oraz hamowaniem tych, które nie są istotne lub wręcz utrudniają realizację działania.

Powyższe dane sugerują, iż funkcjonowanie pamięci roboczej stanowi podłoże przebiegu licznych procesów umysłowych. Szczególną rolę pełni w procesach wyobraźni przestrzennych, gdyż sprawność jest niezbędna do podtrzymywania obrazu w umyśle i manipulowania nim (Keogh i Pearson, 2011). Obniżona pojemność pamięci roboczej obserwowana jest wśród osób o wysokim poziomie lęku rozumianego w kategoriach cech, zwłaszcza w odniesieniu do komponentu poznawczego, jakim jest zamartwianie się, a także w grupach klinicznych wśród osób cierpiących na zespół lęku uogólnionego. Jednocześnie wykazano słaby lub znikomy wpływ lęku na pozostałe dwa moduły pamięci operacyjnej: notes wzrokowo-przestrzenny oraz pętlę fonologiczną (Christopher i MacDonald, 2005; M. Eysenck i in., 2005). Jaka jest zatem rola pamięci roboczej w mechanizmach wpływu lęku na wykonywanie zadań umysłowych, a w szczególności tych wymagających zarządzania elementami w umysłowej przestrzeni?

Przed wszystkim odpowiedzi należy szukać w pojemności pamięci roboczej, czyli ograniczonych możliwości podtrzymywania dostępu do danych potrzebnych do realizacji operacji umysłowych (Oberauer, 2009; Oberauer i Kliegl, 2006; Sari i in., 2017). Inaczej mówiąc, pojemność informuje nas, ile jest dostępnych zasobów poznawczych potrzebnych do realizacji bieżących czynności umysłowych lub jak dużo reprezentacji lub jak dobrze jedna reprezentacja mogą być przechowywane (A. Baddeley, 2003). Kluczowe jest tu wskazanie, iż definicje te odnoszą się do specjalnych warunków dystrykcji, interferencji oraz zmian w skupieniu uwagi. Nie jest zatem sztuką oceniać pamięć roboczą bez zadania dystrykcyjnego, gdyż jej pojemność najpełniej manifestowana jest w obliczu zadań konkurencyjnych, gdy należy wzbudzać procesy hamowania oraz dochodzi do rywalizacji pomiędzy oddolnymi i odgórnymi procesami uwagowymi. Różnice w pamięci roboczej determinowane są funkcjonowaniem układu dopaminergicznego, kory przedczołowej

oraz zakrętu obręczy (*anterior cingulate*). Wskazuje się na zróżnicowanie tych możliwości w perspektywie indywidualnej, gdyż jednostki różnią się od siebie pojemnością pamięci operacyjnej, a także intraindywidualnej, gdyż pojemność ta ulega fluktuacjom w trakcie ontogenezy (Brose i in., 2012; Galeano-Keiner i in., 2022; Just i Carpenter, 1992). Różnice indywidualne w pamięci roboczej (mierzone jako *complex span*) odzwierciedlają różnice indywidualne w zdolności kontroli uwagi (Kane i in., 2008). Większa pojemność pamięci roboczej pozwala lepiej znosić warunki dystrykcji podczas wykonywanych złożonych operacji umysłowych. Osoby cechujące się wyższą pojemnością są w stanie hamować napływ bodźców rozpraszających i podtrzymywać uwagę na realizowanym działaniu, co zostało wykazane m.in. na przykładzie zadań antysakkadowych (Wright i in., 2014).

Funkcjonowanie pamięci roboczej przekłada się na funkcjonowanie człowieka w licznych sferach życia. Analizy zmiennych ukrytych wskazują, iż odpowiada ona za wariancję czynnika g inteligencji w zakresie od 1/3 do 1/2 (Conway i in., 2003). Osoby o większej pojemności pamięci roboczej lepiej radzą sobie ze stresem dnia codziennego (Edwards i in., 2015), rzadziej ulegają zagrożeniu stereotypem (Pennington i in., 2016) oraz lepiej znoszą otrzymywanie negatywnych informacji zwrotnych (Schmeichel i Demaree, 2010). Z perspektywy neurorozwojowej wskazuje się, iż zakres pamięci roboczej jest kluczowym czynnikiem rozwoju umysłowego dzieci (Cowan, 2014), a zmniejszanie się go wiąże się z ogólnym poznawczym starzeniem się (De Fockert, 2005; Salthouse, 1990), a w pewnych przypadkach jest wręcz uznawane za wczesny marker chorób neurodegeneracyjnych (Crawford i Higham, 2016; Goodman i in., 2018). Obniżona pojemność pamięci roboczej wiąże się z impulsywnością w podejmowaniu decyzji (Noël i in., 2007), odraczaniem gratyfikacji (Bobova i in., 2009), co ma znaczenie w predykcji uzależnienia od alkoholu oraz nikotyny w populacjach będących grupami ryzyka (Grenard i in., 2008).

Satysfakcjonująca realizacja zadań umysłowych zawsze wymaga sprawnej kontroli uwagi, a w sytuacji dodatkowo przeżywanego lęku staje się to jeszcze bardziej istotne. Lęk oraz zmartwienie konsumują zasoby poznawcze, które mają zostać przeznaczone na główne zadanie. Procesy kontroli poznawczej pozwalają na skuteczne hamowanie myśli, które pojawiają się wraz z lękiem. Tłumienie intruzywnych myśli i powstrzymywanie się od ruminaacji jest możliwe wtedy, gdy jednostka posiada wystarczające zasoby kontroli

uwagowej, rozumiane właśnie w kategoriach pojemności pamięci roboczej. Dzięki temu możliwe jest skupienie się na realizowanym zadaniu i wykonywanie go mimo dystraktorów. Kontrola poznawcza daje możliwości zarządzania uwagą w taki sposób, aby człowiek ponosił jak najmniej kosztów psychologicznych w wyniku doświadczanego napięcia. Jest to możliwe dzięki zasobom poznawczym, jakie daje odpowiednia pojemność pamięci roboczej. Z drugiej strony, obniżona pojemność pamięci roboczej może wiązać się z trudnościami w hamowaniu napływających negatywnych myśli wywołanych lękiem. Osoby o niskiej pojemności pamięci roboczej mają mniej zasobów uwagowych, które mogą poświęcić na zadania wymagające kontroli uwagowej, więc znajdują się w grupie ryzyka. W konsekwencji predysponuje ona do słabszego wykonywania zadań poznawczych pod wpływem emocji.

Problematyka związków pojemności pamięci roboczej z funkcjonowaniem emocjonalnym była wielokrotnie podejmowana w badaniach. W metaanalizie przeprowadzonej na podstawie 177 badań wykazano umiarkowane powiązanie pojemności pamięci roboczej z lękiem (Moran, 2016). Badania realizowane przez Aleksandrę Jasielską i współpracowników (Jasielska i in., 2015) nad związkami pojemności pamięci roboczej z regulacją emocji ukazały jej szczególną istotność dla strategii wymagających giętkości poznawczej: reformułowania poznawczego oraz poznawczego przewartościowania. Z kolei w badaniach ujmujących związki pamięci roboczej ze stresem dnia codziennego oraz lękiem – stanem wykazano, iż to lęk, a nie stres koreluje z obniżoną pojemnością pamięci operacyjnej (Lukasik i in., 2019).

W badaniach poszukiwane są również efekty interakcyjne mające ukazać szczególne znaczenie pojemności pamięci roboczej w przebiegu procesów umysłowych pod wpływem lęku. W badaniach prowadzonych nad seniorami wykazano, iż poznawcze aspekty lęku (m.in. ruminacje i zamartwianie się) wiążą się z obniżoną zdolnością giętkości poznawczej, a prędkość przetwarzania materiału moderowana jest przez pojemność pamięci roboczej (Mella i in., 2020). W badaniach poświęconych lękowi – cesze ukazano, iż w połączeniu z obniżoną pojemnością pamięci roboczej prowadzi on do osłabionego wykonywania zadań matematycznych oraz Testu Matryc Ravena (Owens i in., 2014). Wykazano także, że obniżona pojemność pamięci roboczej jest czynnikiem ryzyka pogorszonego wykonywania złożonych zadań umysłowych wymagających jednoczesnego przechowywania materiału w umyśle oraz rozróżniania tonów (Johnson i Gronlund, 2009).

3.2 PRZESŁANKI WPŁYWU LĘKU NA WYOBRAŹNIĘ PRZESTRZENNĄ

Refleksje dotyczące wpływu lęku na wyobrażenia toczą się wokół kilku grup przesłanek wywodzących się z badań prowadzonych w modelach interdyscyplinarnych, wychodzących nie tylko poza subdyscyplinę psychologii poznawczej, ale także (a może przede wszystkim) poza samą psychologię, i prowadzonych na styku kilku dziedzin naukowych, m.in. neurobiologii.

Poznawcze przesłanki wpływu lęku na wyobrażenia pochodzą z dwóch źródeł: (1) wyjątkowości lęku jako procesu wprowadzającego dysbalans pomiędzy oddolnymi i odgórnymi procesami poznawczymi, proaktywną i reaktywną kontrolą poznawczą, (2) wyjątkowości procesów wyobraźni przestrzennej jako tych, które są w sposób szczególnie podatne na emocje ze względu na stopień złożoności i trudności operowania obiektami w mentalnej przestrzeni, absorbowanie zasobów poznawczych oraz koneksje z innymi procesami poznawczymi.

Doświadczenie lęku hamuje możliwości koncentracji na wykonywanym zadaniu, gdyż dostępne jednostce zasoby są „ładowane” w przeżywany stan emocjonalny oraz poznawczą obróbkę bodźca stan ten wzbudzającego. Można powiedzieć, iż lęk odbiera możliwość swobodnej dystrybucji energii mentalnej, gdyż ograniczone możliwości przetwarzania informacji są w tym momencie aktywnie wykorzystywane do poradzenia sobie z bodźcem zagrażającym. Tym samym zahamowane zostają możliwości uważnego wykonywania zadań umysłowych czy, ogólniej mówiąc, utrudniony zostaje przebieg procesów poznawczych. Dzieje się tak przynajmniej na tak długi czas, jak długo jest w mentalnym kontakcie z bodźcem emotogennym. Im wyższy stopień trudności i złożoności zadania, tym mniejsze szanse na wykonanie go bez ponoszenia kosztów w czasie, poprawności czy też samopoczuciu i dobrostanie jednostki. Facylitacja przetwarzania jednego typu bodźców niesie za sobą utrudnione procesowanie innych. Omówione na łamach książki teorie dystrykcyjne oraz zasobowe podkreślają, jak ważna jest rola zasobów poznawczych w omawianej relacji. Mówiąc konkretniej i odnosząc się do Teorii Kontroli Uwagowej, należy jeszcze raz podkreślić znaczenie zasobów pamięci roboczej, które niczym bufor chronią jednostkę przed obniżonym wykonaniem zadania poznawczego podczas doświadczanego lęku.

Idąc dalej, można stawiać pytania, czy osoby o wystarczająco dużej puli zasobów poznawczych będą w odmienny sposób przeżywały lęk i będzie on

miał mniej szkodliwe działanie dla wykonywanych operacji umysłowych? Problematyka ta, mimo pokaźnego zaplecza teoretycznego i badawczego, wciąż pozwala na stawianie pytań i oczekiwanie obiecujących konkluzji.

Przyglądając się relacji pomiędzy lękiem a wyobraźnią przestrzenną przez soczewkę neurobiologii, należy zwrócić uwagę na obszary ciemieniowe i ich powiązanie z aktywnością ciała migdałowatego. Połączenie to zachodzi poprzez struktury takie jak poduszka (*pulvinar*) oraz wzgórkę czworacze górne (*superior culliculus*) (Tamietto i De Gelder, 2010). Kora ciemieniowa stanowi materialny, neuronalny substrat procesów umysłowych zachodzących podczas wykonywania rotacji umysłowych (Zacks, 2008). Wzbudzenie aktywności ciała migdałowatego będące efektem indukcji lęku w warunkach eksperymentalnych lub spontanicznego pojawienia się w warunkach pozalaboratoryjnych może w konsekwencji doprowadzić do wzmocnienia aktywności ciemieniowej. Według części badaczy prowadzi to do polepszonego wykonywania zadań przestrzennych angażujących wizualizację przestrzenną wskutek silnej stymulacji ciemieniowej (Borst i in., 2012). W istocie badania nad percepcją bodźców o zagrażającej naturze ukazują zwiększoną aktywację strumienia brzuszego oraz podwyższoną wrażliwość na kontrast w porównaniu z kontaktem z bodźcami o charakterze neutralnym. Ujawnia to m.in. adaptacyjne oblicze lęku, gdyż wrażliwość na kontrast może nieść większe szanse na przeżycie w obliczu zagrożenia – obiekty spostrzegane w bardziej wyrazisty sposób łatwiej podlegają kontroli ze strony jednostki, zwiększając jej szanse na przeżycie w styczności z nimi (Phelps i in., 2006). Doniesienia te są zgodne ze stanowiskiem badaczy, iż krótkotrwale przeżywany lęk oddziałuje mobilizująco na procesy wyobrazeniowe. Obserwacje te są spójne z założeniami o adaptacyjnej naturze lęku sytuacyjnego.

Równoległe badania z zakresu neurobiologii dostarczają argumentów dotyczących negatywnego oddziaływania lęku na wyobraźnię przestrzenną. W tym przypadku dominują obserwacje pochodzące z badań nad korą przedczołową uznawaną za neuronalny korelat procesów samoregulacji i kontroli poznawczej. W lęku dochodzi do wzrostu aktywności ze strony ciała migdałowatego z jednoczesnym spadkiem aktywności w obszarach przedczołowych (Christopoulos i in., 2009; Fecteau i in., 2007; Knoch i in., 2006; Park i Moghaddam, 2017). Ponieważ sprawne funkcjonowanie wyobraźni przestrzennej wymaga silnej kontroli poznawczej, obniżona aktywność przedczołowa może zaburzać jej funkcjonowanie. Co więcej, zaburzone możliwości samoregulacji wynikające ze słabszego funkcjonowania obszarów

przedczołowych mogą zabierać możliwość refleksyjnego działania i regulacji stanu emocjonalnego, aby móc w sposób uważny skupić się na wykonywanym zadaniu poznawczym. Taką perspektywę można zaobserwować wśród osób cierpiących na zaburzenia lękowe, w których obserwowana jest stała obniżona aktywność w rejonie przedczoła.

Jak zasygnalizowano we wcześniejszych częściach książki, wyobrażenia stanowią w psychologii klinicznej wyjątkowy proces poznawczy interesujący zarówno z perspektywy pracy terapeutycznej, jak i charakterystyki zaburzeń psychicznych. Wiadomo już, iż relacja pomiędzy lękiem a wyobraźnią jest dwukierunkowa: lęk sprzyja generowaniu nacechowanych ujemnie obrazów umysłowych dotyczących przyszłości, a nawracające wyobrażenia dotyczące obiektów lęku stanowią czynnik podtrzymujący zaburzenia. To, co wiadomo na temat wyobrażeń w zaburzeniach lękowych, przekłada się na praktyczne interwencje, co z kolei skutkuje mnogością technik wspomagających osiągnięcie dobrostanu właśnie za pomocą ćwiczeń angażujących wyobraźnię umysłową (Reimer i Moscovitch, 2015). Interesujących danych dostarczają badania nad wyobraźnią u pacjentów cierpiących na fobie. W przypadku tych zaburzeń generowane obrazy umysłowe dotyczą negatywnej wizji siebie w przeróżnych sytuacjach zakładających interakcje z innymi ludźmi (Rapee i Heimberg, 1997). Wytwarzanie negatywnie nacechowanych obrazów mentalnych staje się swoistym treningiem wyobraźni obiektowej. W istocie okazuje się, iż jednostki doświadczające fobii wypadają lepiej w zadaniach angażujących wyobraźnię obiektową, a słabiej w zadaniach angażujących wyobraźnię przestrzenną (Moriya, 2018). Tendencja do tworzenia na poziomie mentalnym barwnych, negatywnie nacechowanych obrazów przekłada się na sprawne wykonywanie zadań wymagających wyobraźni obiektowej. Z drugiej zaś strony realizacja zadań angażujących przestrzenny typ wyobrażeń jest wymagająca pod względem silnej kontroli poznawczej, a ta z kolei jest obniżona u osób doświadczających zaburzeń lękowych, w tym fobii (Moriya i Tanno, 2008).

Innym zagadnieniem z obszaru subklinicznego jest swoista forma lęku pojawiająca się w sytuacjach wymagających przetwarzania informacji o charakterze przestrzennym (Lawton, 1994; Lyons i in., 2018; Ramirez i in., 2013). Lękowi przestrzennemu²⁴ (*spatial anxiety*) towarzyszą podobne zjawiska jak w przypadku innych form lęku swoistego lub – w ogólnym

²⁴ W literaturze termin ten zamiennie jest stosowany z określeniem „lęk przed odnajdywaniem drogi” (*wayfinding anxiety*) (Malanchini i in., 2017).

rozumieniu – natężenie obaw będących wyrazem poznawczego oblicza tej emocji oraz napięcia fizjologicznego będącego manifestacją komponentu cielesnego. Lęk przestrzenny stanowi wspólny mianownik czy wręcz łącznik pomiędzy dwoma szerokimi konstruktami lęku oraz wyobraźni przestrzennej. Do tej pory przeprowadzono kilka prób opracowania narzędzia do badania lęku, przy czym treść itemów zazwyczaj dotykała napięcia związanego z nawigowaniem w przestrzeni (Lawton, 1994). Próby stworzenia narzędzi wieloczynnikowych nie przyniosły spójnych rezultatów. Pomimo iż oczekuje się co najmniej kilku odrębnych podtypów lęku przestrzennego, przeprowadzone analizy czynnikowe nie były konkluzywne, wskazując istnienie od jednego do czterech różnych czynników (Geer i in., 2019; Geer i in., 2024). Badania konsekwentnie ukazują, że lęk przestrzenny negatywnie koreluje z wykonywaniem zadań o charakterze przestrzennym. Zjawisko to występuje w różnych grupach wiekowych zarówno wśród kobiet, jak i mężczyzn (Geer i in., 2024; Lawton, 1994; Muffato i De Beni, 2020). Co więcej, coraz częściej wskazuje się, iż pojęcie to jest bliskie innym swoistym formom lęku, jak np. lękowi przed zadaniami z obszaru matematyki czy lękowi przed sprawdzaniem wiedzy (A.M. Ferguson i in., 2015; Gunderson i in., 2013; Kremmyda i in., 2016; Lawton, 1994; Ramirez i in., 2012). Obecnie ocenia się, że związek ten jest dwukierunkowy, a u jego podłoża leżą mechanizmy unikania typowego dla doświadczania lęku (Geer i in., 2024). Unikanie ma na celu redukcję napięcia związanego z przeżywaniem trudnych emocji w sytuacji postrzeganego zagrożenia. W tym przypadku kontakt z zadaniami wymagającymi manipulacji obiektami w mentalnej przestrzeni wywołuje trudne emocje, a co za tym idzie, chęć wycofania się z przeżywanego doświadczenia. Jednostki doświadczające lęku zarówno unikają zadań prowadzących do negatywnego pobudzenia w danym momencie, jak i mogą awersyjnie reagować na zadania o podobnej charakterystyce w przyszłości. Z kolei unikanie styczności z zadaniami angażującymi wyobraźnię przestrzenną zabiera możliwość aktywacji tych procesów umysłowych, utrudniając tym samym ich trening i podtrzymując niechęć do zadań przestrzennych lub wręcz nasilając poziom lęku przestrzennego u danej jednostki. Proces ten, działający na zasadzie błędnego koła, może być powtarzany w różnorodnych sytuacjach i na różnych etapach życia: dana osoba obawia się zadań i sytuacji wymagających przetwarzania przestrzennego, co w konsekwencji wywołuje lęk przed tego typu materiałem, a to z kolei prowadzi do unikania sytuacji, które mogłyby stać się potencjalną szansą treningu tych umiejętności.

Kolejnych informacji dostarczają również badania prowadzone wokół symptomów zespołu stresu pourazowego. Mianowicie symptomy te korelują z wyższą aktywnością w obrębie wyobraźni obiektowej, a zatem w zakresie plastyczności wyobrażeń i ich precyzji pod kątem kształtów, wielkości i barw (Yeung i in., 2024). Nawracające, mimowolne i intruzywne wspomnienia dotyczące traumatycznego wydarzenia są bardziej dostępne tym jednostkom, które mają rozwiniętą wyobraźnię obiektową, stąd żywa i plastyczna wyobraźnia obiektowa może stać się czynnikiem ryzyka rozwoju PTSD u jednostek narażonych na wystąpienie tego zaburzenia (Brewin, 2001; Kosslyn i in., 2005).

Nawracające intruzywne obrazy dotyczące traumatycznego wydarzenia określane jako *flashbacki* przetwarzane są głównie w kodzie wzrokowo-przestrzennym. Oznacza to, iż angażują one zasoby poznawcze pochodzące głównie z obszaru wzrokowo-przestrzennej pamięci roboczej. Powołując się na zjawisko interferencji, badacze wykazali, że wprowadzenie konkurencyjnego zadania poznawczego wymagającego nakładu zasobów poznawczych o tej samej naturze może wyprzeć obecność *flashbacków* (E.A. Holmes i in., 2009). Uczestnikom badania prezentowano materiał wzbudzający negatywne emocje, mający na celu wywołanie w następstwie intruzywnych obrazów. W warunku eksperymentalnym zastosowano grę Tetris, która angażuje notes wzrokowo-poznawczy, natomiast grupa kontrolna nie wykonywała żadnego zadania. W kolejnym tygodniu monitorowano częstość pojawiających się *flashbacków* u uczestników badania i odnotowano ich znaczną redukcję w warunku eksperymentalnym. Można przypuszczać, iż zaangażowanie w grę o charakterze wzrokowo-przestrzennym było na tyle absorbujące zasoby poznawcze, że nie wystarczało ich na procesowanie *flashbacków*, prowadząc tym samym do ich zaniku. Doniesienia te są niezwykle znaczące dla technik terapeutycznych pacjentów dotkniętych stresem pourazowym, gdyż ukazują potencjalną moc technik wyobrażeniowych w zmniejszaniu nasilenia symptomów zaburzenia.

Z kolei w badaniu porównującym grupę osób cierpiących na zespół lęku uogólnionego z osobami zdrowymi nie wykazano różnic w funkcjonowaniu wyobraźni w zakresie generowania obrazu oraz manipulowania nim na poziomie umysłowym. Jedyne różnice dotyczyły wyobraźni obiektowej, która w grupie osób lękowych była na wyższym poziomie w zakresie intruzywnych wyobrażeń perspektywnych o zabarwieniu negatywnym (M. Tallon i in., 2022).

3.3 OBRAZ BADAŃ NAD WPŁYWEM LĘKU NA PROCESY WYOBRAŻENIOWE

Zaplecze empiryczne wpływu emocji na procesy poznawcze jest bogate: tematyka ta doczekała się licznych opracowań z odwołaniem do emocji o walencji dodatniej i ujemnej, wpływu na percepcję, pamięć krótko- i długotrwałą, pamięć roboczą, funkcje wykonawcze, uwagę. W najszerszej perspektywie mowa o wpływie stresu na procesy poznawcze, gdyż lęk uznawany jest za konsekwencję poznawczej interpretacji danego zdarzenia lub bodźca jako zagrażającego (Daviu i in., 2019). Ocena ta dokonywana jest m.in. na podstawie wpływu glikokortykosteroidów na poszczególne elementy neuroarchitektury będące istotne z perspektywy przebiegu danych procesów umysłowych (James i in., 2023; Lupien i in., 2007). Jeżeli chodzi o wpływ emocji na wyobrażenia, stan wiedzy przedstawia się już inaczej: nie jest to tak eksploatowany temat jak w przypadku innych procesów poznawczych, aczkolwiek w ostatnich latach wzbogacany jest o nowsze podejścia empiryczne. Wciąż jednak uchodzi to za problem stosunkowo rzadko podejmowany w badaniach. Relatywnie częściej badany jest lęk ujmowany w obszarze cech w modelu korelacyjno-regresyjnym. Eksperymentalne badanie lęku wiąże się z większymi kosztami materialnymi oraz czasowymi, co skutkuje wciąż skromną bazą wiedzy na temat wpływu lęku – stanu na procesy poznawcze. Dość częstym zabiegiem stosowanym w badaniach jest przyglądanie się swoistym formom lęku, jak np. wspomnianemu w poprzednich rozdziałach lękowi przed sprawdzaniem wiedzy, lękowi przed zadaniami matematycznymi czy lękowi przestrzennemu. Ukazać można kilka prawidłowości. Przede wszystkim, badania realizowane w obrębie lęku – cechy znacznie częściej wykazują spójne rezultaty. Konsekwentnie podkreślany jest niekorzystny wpływ lęku – cechy na wyobraźnię przestrzenną. Zidentyfikowano zaledwie dwa badania ukazujące odmienne spojrzenie na tę relację (Kaltner i Jansen, 2014; Mammarella, 2011). W przypadku zależności pomiędzy lękiem – stanem a wyobraźnią przestrzenną wyniki badań są niekonkluzywne – część badań podkreśla korzystne oddziaływanie tej emocji na procesy wyobrażeniowe, a część badań ukazuje tendencje odwrotne. Stąd podstawowe refleksje wynikające z analizy stanu wiedzy dotyczą przede wszystkim dysproporcji badań prowadzonych nad lękiem dyspozycyjnym i lękiem sytuacyjnym, a następnie wyższego stopnia spójności wyników obserwowanego

w przypadku lęku ujmowanego w kategoriach cech w porównaniu z lękiem przejściowym.

Wspominanie o korzystnym wpływie behawioralnym lęku na jakiegokolwiek procesy umysłowe może wydawać się kontrintuicyjne, gdyż w potocznym rozumieniu emocje, a zwłaszcza te uznawane za nieprzyjemne i jednocześnie intensywne, „odbierają rozum”. Mimo zrozumiałego dysonansu poznawczego warto w tym miejscu wspomnieć, iż badacze już dekady temu odeszli od traktowania emocji jako antagonisty umysłu i obecnie podkreślane jest synergiczne działanie obu fenomenów. Jednocześnie trudno ignorować pokaźną bazę badań dotyczących pozytywnego wpływu tej emocji na różnorakie procesy poznawcze, w tym wyobraźnię umysłową. Zatem lęk może oddziaływać pozytywnie na procesy poznawcze, w tym procesy wyobrażeniowe. Przypomnijmy, że jest emocją, a te mają potencjał adaptacyjny i w pierwszej kolejności pełnią funkcję informatywną. Pomimo subiektywnie nieprzyjemnych doznań będących pokłosiem doświadczania lęku może mieć on działanie wspierające przebieg procesów umysłowych, gdyż z perspektywy funkcjonalnej ma on pomóc sobie poradzić z postrzeganym zagrożeniem. Częściowo ujmują to modele opisujące mechanizmy stronniczości uwagowej zaprezentowane w rozdziale poświęconym lękowi. Wiedza ta koresponduje z opisem lęku jako emocji prowadzącej do aktywizacji uwagi oddolnej jako rezultatu zakłócenia równowagi pomiędzy dwoma systemami uwagowymi. Zatem lęk może mieć potencjał facylitacji procesów umysłowych, zwłaszcza w zakresie uwagowym, gdy niezbędna jest poznawcza obróbka bodźców wzbudzających zagrożenie.

Adaptacyjne funkcje powiązane z mobilizacją systemu poznawczego w obliczu lęku wykazano w badaniach z zastosowaniem materiału wzrokowo-przestrzennego, stąd wnioski z nich płynące w pierwszej kolejności dotyczą procesów percepcyjnych i ich podatności na oddziaływanie lęku. Wykazano m.in. wyższą wrażliwość na kontrast po zastosowaniu bodźców indukujących lęk jako prymę (Phelps i in., 2006) oraz przetwarzanie bodźców w obrazach o niskiej rozdzielczości (Borst i Kosslyn, 2010). Podobne korzystne działanie odnotowano w zadaniach wychodzących poza proste procesy percepcyjne. W przypadku rotacji mentalnych wykazano krótsze czasy reakcji po ekspozycji na zdjęcia twarzy ukazujących emocje o walencji ujemnej (Borst, 2013; Borst i in., 2012; Mammarella, 2011). Korespondujące rezultaty otrzymano w badaniach z użyciem nacechowanych negatywnie bodźców z systemu IAPS, ale wyniki ograniczały się do transformacji egocentrycznych (Kaltner i Jansen, 2014). Indukcja lęku na podstawie manipulacji eksperymentalnej

w paradygmacie przygotowania wystąpienia połączonej z zadaniem arytmetycznym wpływa korzystnie na poprawność rotacji mentalnych, ale efekty ograniczone są do grupy mężczyzn (Cohen i in., 2020).

W potocznym rozumowaniu znacznie łatwiej przyjąć jest stan wiedzy dotyczący dezorganizującego oddziaływania lęku na wyobraźnię przestrzenną, gdyż z pewnością jest on w większym stopniu spójny z danymi anegdotycznymi. Zaplecze empiryczne dotyczące negatywnego oddziaływania lęku na procesy wyobrażeniowe jest bogate, a najwięcej wniosków zebrano z badań ujmujących lęk w kategoriach względnie trwałej dyspozycji. Osoby o wyższym poziomie lęku – cechy i niższych umiejętnościach wykonywania rotacji mentalnych słabiej nawigują w przestrzeni, orientują się w niej i odrysowują mapy z pamięci (Burles i in., 2014; Thoresen i in., 2016; Viaud-Delmon i in., 2002).

W korespondujących badaniach odnotowano, iż lęk przed matematyką koreluje z wysokim poziomem lęku dyspozycyjnego oraz obniżonym funkcjonowaniem wyobraźni przestrzennej (T.D. Ferguson i in., 2019; Maloney i in., 2012; Núñez-Peña i in., 2019). W innych badaniach uwzględniających różnice płciowe zauważono efekty wpływu lęku na rotacje mentalne jedynie w grupie kobiet (Oshiyama i in., 2018).

W badaniach nad lękiem wzbudzonym sytuacyjnie poprzez ekspozycję na nacechowane ujemnie bodźce z bazy IAPS odnotowano negatywne jego oddziaływanie na rotacje mentalne badane w klasyczny sposób (Kaltner i Jansen, 2014). Jednocześnie, w tym samym badaniu zaobserwowano, iż tak wzbudzony lęk przyspieszał wykonanie zadania na rotacje mentalne zmodyfikowanego do transformacji egocentrycznych. W badaniu nad lękiem wzbudzonym poprzez ekspozycję na obciążające zadanie poznawcze okazało się, że wpływa on negatywnie na nawigację w wirtualnej rzeczywistości oraz przyjmowanie różnych perspektyw w odniesieniu do ułożenia elementów na mapie (A.E. Richardson i VanderKaay Tomasulo, 2011). W badaniach z użyciem manipulacji eksperymentalnej związanej z przygotowaniem wystąpienia ukazano, iż wzbudzany lęk sytuacyjny wpływa niekorzystnie na nawigowanie, ale jedynie wśród kobiet (Thomas i in., 2010). Do podobnych wniosków doszli badacze na drodze manipulacji eksperymentalnej polegającej na podaniu hydrokortyzonu w połączeniu z wprowadzeniem elementu ewaluacji społecznej (Guenzel i in., 2014).

Obserwowane rozbieżności można częściowo wyjaśnić różnicami indywidualnymi w pojemności pamięci roboczej. Temat ten, mimo że z perspektywy relacji lęku, pojemności pamięci roboczej i zróżnicowanych zadań

poznawczych wydaje się dość mocno wyeksploatowany, w kontekście związków lęk – pojemność pamięci roboczej – wyobraźnia przestrzenna pozostawia lukę, której do tej pory nie uzupełniły badania kompleksowo ujmujące wskazane konstrukty. Większość badań zatrzymuje się na ujęciu relacji pomiędzy pamięcią roboczą i działaniem jej poszczególnych systemów a lękiem, dodatkowo najczęściej badanym w kontekście stałej dyspozycji (M. Eysenck i in., 2005).

Procesy wyobraźni przestrzennej określane są jako odgórne, intencjonalne, złożone procesy umysłowe, a do ich realizacji niezbędne są kontrola uwagowa, szereg procesów uwagowych i operacji pamięciowych, a także czynności wnioskowania i podejmowania decyzji (Città i in., 2019; Karadi, 2001). W konsekwencji angażują one zasoby poznawcze, co czyni je podatnymi na oddziaływanie również zasobochłonnego lęku. Dystrakcja wywołana lękiem i pojawienie się myśli oderwanych od głównego tematu działania utrudniają wykonywanie operacji umysłowych. Dochodzi do swoistego zadania podwójnego, gdy człowiek z jednej strony utrzymuje i przetwarza materiał przestrzenny, a z drugiej strony przetwarza rywalizujące o uwagę i zasoby poznawcze treści wywołane doświadczanymi emocjami. Obawy i niepokój odrywają od wykonywanego zadania, a jedyną ochroną przed nimi są skuteczne procesy hamowania będące przejawem działania kontroli poznawczej. Wysoka pojemność pamięci roboczej zapewnia sprawne zarządzanie procesami uwagowymi w taki sposób, aby utrzymywać je na zadaniu. Nie oznacza to, iż anuluje ona występowanie lęku. Z pewnością pozwala lepiej regulować emocje (Jasielska i in., 2015), lecz nie eliminuje występowania tej emocji. Ponadto w takiej sytuacji lęk może mieć działanie mobilizujące i skutkować to będzie chęcią, aby jak najlepiej wypaść w realizowanym zadaniu. Z drugiej zaś strony, niska pojemność pamięci roboczej może predysponować do trudności w hamowaniu myśli oderwanych od głównego tematu działania i blokowaniu dystrakcji. W rezultacie zamiast wykonywać właściwe zadanie, człowiek przetwarza temat narzucony przez stan emocjonalny. Nadal dane zadanie może być wykonane poprawnie, lecz będzie się to wiązało z określonymi kosztami psychologicznymi.

3.4 LĘK A SPECYFIKA WYOBRAŻEŃ

Interesującym i zarazem niedostatecznie poruszonym tematem badań jest podatność wyobrażeń na emocje w zależności od typu aktywowanych transformacji mentalnych. Domyślnie badacze skupiają się na eksplorowaniu

wpływu pobudzenia na transformacje allocentryczne, opierając instrumentarium badawcze na klasycznych lub modyfikowanych formach rotacji mentalnych. Do tej pory przeprowadzono jedno badanie eksperymentalne, którego celem było przetestowanie wrażliwości dwóch typów wyobrażeń na lęk (Kaltner i Jansen, 2014). W tych badaniach instrumentarium badawcze również oparto na rotacjach mentalnych, jednakże dostosowano specyfikę zadania do wymogów, jakie stawia aktywacja transformacji allocentrycznych i egocentrycznych. Pierwszy typ wyobrażeń testowano w oparciu o klasyczny paradygmat rotacji umysłowych z użyciem standardowych bodźców w postaci figur trójwymiarowych. Z kolei drugi typ wyobrażeń badany był zadaniem w przekształconej formie z bodźcami prezentującymi części ciała człowieka lub całą sylwetkę ułożonymi pod różnymi kątami. Odnotowano korzystny wpływ lęku na przeprowadzanie transformacji egocentrycznych i zarazem negatywne oddziaływanie na przechodzenie na zewnętrzne ramy odniesienia. Przesłanek do refleksji dostarczają również badania, w których przyjrano się relacji pomiędzy obciążeniem poznawczym a wyobraźnią przestrzenną z udziałem lęku przestrzennego w roli mediatora (Nori i in., 2023). Efekty mediacyjne zaobserwowano zarówno w przypadku pozostawania w wewnętrznych ramach odniesienia, jak i przechodzenia na zewnętrzne, jednakże najsilniejsze dotyczyły transformacji allocentrycznych. Pytanie o wpływ lęku na wyobraźnię pozostaje wciąż otwarte. Dlaczego miałby wpływać w zróżnicowany sposób na wyobrażenia allo- i egocentryczne? Jakie procesy stoją za tym mechanizmem? I wreszcie, czy wiedza w tym zakresie ma zastosowanie praktyczne?

Przypomnijmy, iż transformacje allocentryczne, inaczej określane jako przestrzenna wizualizacja, wiążą się z intencjonalnym przechodzeniem na zewnętrzne ramy odniesienia. Najczęściej badane są w klasycznym paradygmacie rotacji umysłowych. Ich natura jest dość dobrze określona w nauce: sprawne kodowanie wzajemnych relacji pomiędzy elementami znajdującymi się w mentalnej przestrzeni wymaga od jednostki nakładu zasobów poznawczych i podtrzymywania kontroli uwagowej. Czyni je to procesami złożonymi i wysiłkowymi. Posiłkując się prawem Yerkesa – Dodsona, można wskazać, iż będą to czynności o wysokim stopniu trudności, którym sprzyja pobudzenie umiarkowane (Yerkes i Dodson, 1908). Zbyt wysokie pobudzenie będzie zatem utrudniać przeprowadzanie transformacji allocentrycznych, gdyż nie służy ono wymagającym procesom poznawczym. Również zbyt niskie pobudzenie nie będzie sprzyjać przechodzeniu na wymiar zewnętrzny, ponieważ

aktywacja zasobów poznawczych do realizacji zadania wymaga mobilizacji umysłowej. Tak więc zarówno wysokie pobudzenie obecne przy doświadczaniu lęku, jak i niskie pobudzenie, towarzyszące chociażby takim stanom psychofizjologicznym jak zmęczenie czy senność, nie będzie służyło wykonywaniu zadań angażujących wizualizację przestrzenną.

Doświadczenie lęku dotyka możliwości poznawcze człowieka w zakresie przyswajania oraz reprezentacji mentalnej informacji o charakterze przestrzennym. Procesy allocentryczne wspierane są przez procesy uwagowo-kontrolne i cechuje je niski stopień automatyzacji. Doświadczenie lęku z kolei osłabia procesy uwagowo-kontrolne, przez co negatywnie będzie oddziaływać na procesy przechodzenia na wymiar obiektywny. Z badań nad strategiami allo- i egocentrycznymi stosowanymi podczas nawigowania wiadomo, że narzucanie strategii allocentrycznych generuje wyższy poziom lęku aniżeli narzucenie strategii związanych z pozostawaniem na wymiarze subiektywnym (Alvarez-Vargas i in., 2020). Badania nad różnicami indywidualnymi w zakresie wyobraźni przestrzennej wskazują, iż kobiety częściej aniżeli mężczyźni wybierają strategie oparte na przemierzanej trasie, polegając na odniesieniach do „ja” (np. zapamiętując, aby skręcić w konkretnym miejscu, gdzie znajduje się charakterystyczny element), z kolei mężczyźni korzystają częściej ze strategii opartych na orientacji w terenie, polegając np. na kierunkach północ – południe, wschód – zachód (Lawton i Kallai, 2002). Jednocześnie kobiety cechuje wyższy poziom lęku przestrzennego, który korelował będzie z preferencją korzystania ze strategii egocentrycznych. Badania nad preferencją do posługiwania się GPS-em dostarczają korespondujących danych: im wyższy lęk przestrzenny, tym rzadsze sięganie po urządzenia nawigujące podczas prowadzenia pojazdu (He i Hegarty, 2020). Warto jednak, za autorami badania, zwrócić uwagę, iż nie jest to związek przyczynowo-skutkowy i trudno orzec, czy to lęk generuje niechęć do wspierania się urządzeniem nawigującym podczas prowadzenia pojazdu, czy to odrzucenie pomocy w postaci tego narzędzia prowadzi do wzrostu lęku u kierowców, gdyż muszą oni polegać na innych, mniej rzetelnych wskazówkach.

Skoro lęk utrudnia przechodzenie na wymiar obiektywny i opuszczanie wewnętrznych ram odniesienia, to jakie będą efekty jego oddziaływania na transformacje egocentryczne? Przypomnijmy, iż wiążą się one z przyjmowaniem perspektywy pierwszoosobowej i modyfikowaniem jej w zależności od wymogów zadania. W związku z angażowaniem poczucia ciała i jego relacji z elementami w otoczeniu transformacje te uchodzą za ucieleśnione

(w przeciwieństwie do transformacji allocentrycznych, które wymagają opuszczenia własnego układu odniesienia). Angażowanie „ja” do przeprowadzania operacji przestrzennych pociąga za sobą aktywację układu motorycznego oraz reprezentacji kinestetycznych (Lorey i in., 2009). Podobny efekt aktywacji układu motorycznego wiązany jest z doświadczaniem lęku na poziomie reakcji „walki – zamrożenia – ucieczki”. Czy zatem lęk będzie sprzyjał wykonywaniu transformacji umysłowych opartych na własnym punkcie odniesienia? Hipotezy w tym zakresie należy stawiać z dużą dozą ostrożności. Niemniej istnieją pewne przesłanki wskazujące, iż faktycznie może tak być. Sugerują to wyniki badań porównujących wykonywanie transformacji egocentrycznych pod wpływem emocji o walencji ujemnej: lęku, złości oraz obrzydzenia (A.R. Todd i in., 2015). Okazuje się, że to doświadczanie lęku w największym stopniu sprzyja pozostawaniu na wymiarze subiektywnym, co w następstwie utrudnia wykonywanie transformacji allocentrycznych. Autorzy badania tłumaczą ten efekt modelem oceny poznawczej i niepewnością generowaną przez lęk, a ta z kolei sprzyja egocentryzmowi (Lazarus, 1991). Ponieważ, ich zdaniem, ludzie wolą obstawać przy własnych sądach, aniżeli zdawać się na sądy innych osób, motywacja do redukcji niepewności generowanej przez lęk będzie skłaniała do pozostawania w wewnętrznych ramach odniesienia.

3.5 PODSUMOWANIE

Celem niniejszej publikacji było poszerzenie perspektywy związków pomiędzy lękiem a procesami wyobrażeniowymi. Relacja ta, w najogólniejszym rozumieniu, dotyczy dwóch konstruktów: emocji i procesów poznawczych. Mimo iż mariaż omawianych fenomenów doczekał się licznych opracowań teoretycznych i empirycznych, wiedza pochodząca z badań prowadzonych w modelach interdyscyplinarnych pozwala na reinterpretację omawianych zagadnień oraz stawianie dalszych hipotez. Jest to wciąż ekscytujące i inspirujące pole badawcze, a uzyskane konkluzje wychodzą daleko poza sztuczne laboratoryjne środowisko. W pracy zasygnalizowano aplikacyjne znaczenie omawianej problematyki dla zrozumienia (oraz naprawy) dysproporcji udziału dziewcząt i kobiet w obszarach STEM oraz implikacje praktyczne dla interwencji terapeutycznych z wykorzystaniem technik wyobrażeniowych.

Za kolejny przykład praktycznego zastosowania wiedzy ukazanej w książce mogą posłużyć wszelkie obszary funkcjonowania człowieka, w których

wymagana jest wysoka sprawność wyobraźni przestrzennej, a jednocześnie jest się narażonym na doświadczanie stresu, lęku oraz innych stanów afektywnych o ujemnej walencji. Wymagania zachowania świadomości sytuacyjnej oraz sprawnego wykonywania kilku zadań naraz interferują z doświadczanym stresem i lękiem wynikającymi albo ze specyfiki wykonywanej pracy, albo okoliczności towarzyszących i czynników zewnętrznych. Za przykład może posłużyć zawód pilota, w którym czynnik ludzki, na który składa się m.in. dobrze pracująca wyobraźnia przestrzenna, mimo niezwyklego tempa automatyzacji procesu lotu, jest wciąż kluczowym elementem diady człowiek – maszyna. Wzbudzony lęk może doprowadzić do zakłócenia tak istotnych procesów dla poprawnego wykonywania operacji lotniczej, a co za tym idzie, bezpośrednio wpłynąć na bezpieczeństwo lotu. Wiedza o mechanizmach leżących u podstaw tego zjawiska może być podparciem do identyfikacji obszarów, które powinny być priorytetowe w procesach rekrutacji personelu lotniczego, jak również szczególnie wrażliwych sfer będących przedmiotem wsparcia psychologicznego pilotów. Drugą grupą ryzyka są kierowcy, którzy każdego dnia są narażeni na stres na drodze. Jest to obecnie tak powszechne zjawisko, iż stało się nową niechlubną normą. Stres ten pochodzi z wielu źródeł, m.in. czynników związanych z zachowaniem innych kierowców oraz uczestników ruchu drogowego, typu pokonywanej trasy, nieprawidłowego funkcjonowania systemu nawigującego czy utrudnień w ruchu wynikających z pogody lub innych czynników. Wiedza pochodząca z badania relacji między lękiem a wyobraźnią może wesprzeć inżynierię inteligentnych systemów wspierających uważne prowadzenie pojazdu w warunkach obciążonych obciążeniem emocjonalnym. U podłoża czynności lotniczych oraz operacji wykonywanych w pojeździe na drodze leży świadomość sytuacyjna, najczęściej rozumiana w kategoriach rozpoznawania sytuacji na podstawie posiadanych struktur wiedzy deklaratywnej z jednoczesną zdolnością predykcji następstw wydarzeń (Endsley, 1988). Zgodnie z tą konceptualizacją wymaga ona sprawnego przebiegu wyższych funkcji umysłowych związanych ze zdolnością korzystania z doświadczeń, agregowania w pamięci roboczej napływających danych oraz tworzenia mentalnego modelu sytuacyjnego opartego na wnioskowaniu. Do zakłócenia i obniżenia świadomości sytuacyjnej dojdzie w warunkach, gdy niemożliwe jest poświęcenie tym procesom wymaganej ilości zasobów umysłowych. Doświadczany stres i lęk stanowią jedno z najczęstszych źródeł jej zakłóceń. Konsekwentnie ukazuje to, iż w dobie ultraszybkiego postępu technologicznego i rosnącej automatyzacji procesów lotu i kierowania pojazdem

to człowiek wraz ze swoimi możliwościami i ograniczeniami wciąż stanowi najważniejszy element relacji jednostka – maszyna.

Podłożem relacji pomiędzy lękiem a wyobraźnią są procesy uwagowo-kontrolne. Gdy one zawodzą, człowiek staje się narażony na zakłócenie wykonywanego zadania. Właściwa higiena umysłu może nie tylko pomóc zachować wystarczająco dobry poziom funkcjonowania uwagowego, ale także poprawić wydolność uwagi. Systematyka obszarów szczególnie ważnych stanowi materiał na odrębną publikację, dlatego w tym miejscu zostanie jedynie zasygnalizowany jeden z nich, który z perspektywy psychofizjologicznej stanowi podstawę dla wydajnej pracy mózgu i umysłu.

W zakresie potrzeb długości trwania odpoczynku nocnego istnieją różnice płciowe (Whinnery i in., 2014), jak i etniczne (Adenekan i in., 2013), a sama podatność na jego brak jest zróżnicowana genetycznie (Satterfield i in., 2015). Niemniej badania z obszaru deprywacji snu (częściowej lub całkowitej) systematycznie ukazują niekorzystny wpływ braku odpoczynku nocnego na procesy uwagowe, zwłaszcza w zakresie czujności tonicznej i fazowej, uwagi selektywnej, jak i podtrzymywania uwagi (Gallegos i in., 2024; Lim i Dinges, 2008; Roca i in., 2012; Stenson i in., 2023; Whitney i in., 2019). Obniżona czujność uwagowa oraz zmniejszona zdolność koncentracji rzutują na wykonywanie licznych zadań poznawczych, ale również na funkcjonowanie człowieka w wielu codziennych aktywnościach, prowadząc do popełniania błędów oraz zwiększając ryzyko wypadków (Raslear i in., 2011). Choć wprowadzie brakuje badań ujmujących w sposób kompleksowy relację pomiędzy lękiem, wyobraźnią przestrzenną, procesami uwagowymi i deprywacją snu, z pewną dozą ostrożności można sądzić, iż wpływ lęku na procesy poznawcze modulowany byłby m.in. czynnikiem liczby przesypianych godzin w trakcie odpoczynku nocnego. Deprywacja snu stanowi jeden z wielu czynników wprowadzających organizm w dysbalans, skutkując tym samym zakłóconym funkcjonowaniem umysłu, w tym procesów uwagowych. Jak wspomniano, wnikliwe przyjrzenie się tej problematyce, jak i innym czynnikom potencjalnie zakłócającym procesy uwagowe stanowi materiał na odrębną publikację.

•

BIBLIOGRAFIA

• • •

- Adenekan, B., Pandey, A., McKenzie, S., Zizi, F., Casimir, G.J., Jean-Louis, G. (2013). Sleep in America: Role of racial/ethnic differences. *Sleep Medicine Reviews*, 17(4), 255–262. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2012.07.002>
- Aguirre, G.K. (1999). Topographical disorientation: A synthesis and taxonomy. *Brain*, 122(9), 1613–1628. <https://doi.org/10.1093/brain/122.9.1613>
- Allen, A.P., Kennedy, P.J., Dockray, S., Cryan, J.F., Dinan, T.G., Clarke, G. (2017). The Trier Social Stress Test: Principles and practice. *Neurobiology of Stress*, 6, 113–126. <https://doi.org/10.1016/j.ynstr.2016.11.001>
- Allsop, J., Gray, R. (2014). Flying under pressure: Effects of anxiety on attention and gaze behavior in aviation. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 3(2), 63–71. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2014.04.010>
- Alvarez-Vargas, D., Abad, C., Pruden, S.M. (2020). Spatial anxiety mediates the sex difference in adult mental rotation test performance. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 5(1), 31. <https://doi.org/10.1186/s41235-020-00231-8>
- Ambrosini, E., Vastano, R., Montefinese, M., Ciavarro, M. (2013). Functional specificity of the locus coeruleus-norepinephrine system in the attentional networks. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2013.00201>
- Amodio, D.M. (2010). Coordinated Roles of Motivation and Perception in the Regulation of Intergroup Responses: Frontal Cortical Asymmetry Effects on the P2 Event-related Potential and Behavior. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(11), 2609–2617. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21395>
- Andrade, J., May, J., Deeprose, C., Baugh, S., Ganis, G. (2014). Assessing vividness of mental imagery: The Plymouth Sensory Imagery Questionnaire. *British Journal of Psychology*, 105(4), 547–563. <https://doi.org/10.1111/bjop.12050>
- Annahazi, A., Schemann, M. (2020). The enteric nervous system: “A little brain in the gut”. *Neuroforum*, 26(1), 31–42. <https://doi.org/10.1515/nf-2019-0027>
- Armstrong, T., Olatunji, B.O. (2012). Eye tracking of attention in the affective disorders: A meta-analytic review and synthesis. *Clinical Psychology Review*, 32(8), 704–723.
- Arnsten, A.F.T. (1998). The Biology of Being Frazzled. *Science*, 280(5370), 1711–1712. <https://doi.org/10.1126/science.280.5370.1711>
- Arrighi, L., Hausmann, M. (2022). Spatial anxiety and self-confidence mediate sex/gender differences in mental rotation. *Learning & Memory*, 29(9), 312–320.

- Astle, D.E., Scerif, G. (2009). Using developmental cognitive neuroscience to study behavioral and attentional control. *Developmental Psychobiology*, 51(2), 107–118. <https://doi.org/10.1002/dev.20350>
- Atmaca, M., Koc, M., Mermi, O., Korkmaz, S., Aslan, S., Yildirim, H. (2021). Insula volumes are altered in patients with social anxiety disorder. *Behavioural Brain Research*, 400, 113012. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2020.113012>
- Aydin, Ç. (2020). Gender Differences in Visual Imagery: Object and Spatial Imagery. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(3), 1045–1064. <https://doi.org/10.16953/deusosbil.531463>
- Azcue, N., Gómez-Esteban, J.C., Acera, M., Tijero, B., Fernandez, T., Ayo-Mentxakatorre, N., Pérez-Concha, T., Murueta-Goyena, A., Lafuente, J.V., Prada, Á., López De Munain, A., Ruiz-Irastorza, G., Ribacoba, L., Gabilondo, I., Del Pino, R. (2022). Brain fog of post-COVID-19 condition and Chronic Fatigue Syndrome, same medical disorder? *Journal of Translational Medicine*, 20(1), 569. <https://doi.org/10.1186/s12967-022-03764-2>
- Baddeley, A. (1996). The fractionation of working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 93(24), 13468–13472. <https://doi.org/10.1073/pnas.93.24.13468>
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Baddeley, A. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(10), 829–839. <https://doi.org/10.1038/nrn1201>
- Baddeley, A.D., Hitch, G. (1974). Working Memory. W: *Psychology of Learning and Motivation* (t. 8, s. 47–89). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)
- Baddeley, A.D., Logie, R.H. (1999). Working Memory: The Multiple-Component Model. W: A. Miyake, P. Shah (red.), *Models of Working Memory* (1. wyd., s. 28–61). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139174909.005>
- Baenninger, M., Newcombe, N. (1989). The role of experience in spatial test performance: A meta-analysis. *Sex Roles*, 20(5–6), 327–344. <https://doi.org/10.1007/BF00287729>
- Bandelow, B., Michaelis, S. (2015). Epidemiology of anxiety disorders in the 21st century. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 17(3), 327–335. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2015.17.3/bbandelow>
- Bannerman, R.L., Milders, M., De Gelder, B., Sahraie, A. (2009). Orienting to threat: Faster localization of fearful facial expressions and body postures revealed by saccadic eye movements. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276(1662), 1635–1641. <https://doi.org/10.1098/rspb.2008.1744>
- Bar, M., Neta, M. (2008). The proactive brain: Using rudimentary information to make predictive judgments. *Journal of Consumer Behaviour*, 7(4–5), 319–330. <https://doi.org/10.1002/cb.254>
- Bar-Haim, Y., Lamy, D., Pergamin, L., Bakermans-Kranenburg, M.J., Van IJzendoorn, M.H. (2007). Threat-related attentional bias in anxious and nonanxious individuals: A meta-analytic study. *Psychological Bulletin*, 133(1), 1–24. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.1.1>

- Bar-Haim, Y., Holoshitz, Y., Eldar, S., Frenkel, T.I., Muller, D., Charney, D.S., Pine, D.S., Fox, N.A. Wald, I. (2010). Life-threatening danger and suppression of attention bias to threat. *American Journal of Psychiatry*, 167(6), 694–698. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2009.09070956>
- Barlow, D.H., Ellard, K.K., Sauer-Zavala, S., Bullis, J.R., Carl, J.R. (2014). The Origins of Neuroticism. *Perspectives on Psychological Science*, 9(5), 481–496. <https://doi.org/10.1177/1745691614544528>
- Basowitz, H., Korchin, S.J., Grinker, R.R. (1954). Anxiety in a Life Stress. *The Journal of Psychology*, 38(2), 503–510. <https://doi.org/10.1080/00223980.1954.9712957>
- Beck, A.T. (1976). *Cognitive therapy and the emotional disorders*. New American Library.
- Beck, A.T. (2019). Theoretical Perspectives on Clinical Anxiety. W: A.H. Tuma, J. Maser (red.), *Anxiety and the Anxiety Disorders* (1. wyd., s. 183–196). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203728215-12>
- Beck, A.T., Clark, D.A. (1997). An information processing model of anxiety: Automatic and strategic processes. *Behaviour Research and Therapy*, 35(1), 49–58. [https://doi.org/10.1016/S0005-7967\(96\)00069-1](https://doi.org/10.1016/S0005-7967(96)00069-1)
- Belzung, C., Griebel, G. (2001). Measuring normal and pathological anxiety-like behaviour in mice: A review. *Behavioural Brain Research*, 125(1–2), 141–149. [https://doi.org/10.1016/S0166-4328\(01\)00291-1](https://doi.org/10.1016/S0166-4328(01)00291-1)
- Bensafi, M., Porter, J., Pouliot, S., Mainland, J., Johnson, B., Zelano, C., Young, N., Bremner, E., Aframian, D., Khan, R., Sobel, N. (2003). Olfactomotor activity during imagery mimics that during perception. *Nature Neuroscience*, 6(11), 1142–1144. <https://doi.org/10.1038/nn1145>
- Bergmann, J., Genç, E., Kohler, A., Singer, W., Pearson, J. (2016). Smaller Primary Visual Cortex Is Associated with Stronger, but Less Precise Mental Imagery. *Cerebral Cortex*, 26(9), 3838–3850. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhv186>
- Berman, S.L., Weems, C.F., Stickle, T.R. (2006). Existential Anxiety in Adolescents: Prevalence, Structure, Association with Psychological Symptoms and Identity Development. *Journal of Youth and Adolescence*, 35(3), 285–292. <https://doi.org/10.1007/s10964-006-9032-y>
- Berneiser, J., Jahn, G., Grothe, M., Lotze, M. (2018). From visual to motor strategies: Training in mental rotation of hands. *NeuroImage*, 167, 247–255. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.06.014>
- Bernstein, G.A., Borchardt, C.M. (1991). Anxiety Disorders of Childhood and Adolescence: A Critical Review. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 30(4), 519–532. <https://doi.org/10.1097/00004583-199107000-00001>
- Berntson, G.G., Cacioppo, J.T., Binkley, P.F., Uchino, B.N., Quigley, K.S., Fieldstone, A. (1994). Autonomic cardiac control. III. Psychological stress and cardiac response in autonomic space as revealed by pharmacological blockades. *Psychophysiology*, 31(6), 599–608. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1994.tb02352.x>
- Berridge, C.W., Waterhouse, B.D. (2003). The locus coeruleus–noradrenergic system: Modulation of behavioral state and state-dependent cognitive processes. *Brain Research Reviews*, 42(1), 33–84. [https://doi.org/10.1016/S0165-0173\(03\)00143-7](https://doi.org/10.1016/S0165-0173(03)00143-7)

- Bertocci, M.A., Afriyie-Agyemang, Y., Rozovsky, R., Iyengar, S., Stiffler, R., Aslam, H.A., Bebkco, G., Phillips, M.L. (2023). Altered patterns of central executive, default mode and salience network activity and connectivity are associated with current and future depression risk in two independent young adult samples. *Molecular Psychiatry*, 28(3), 1046–1056. <https://doi.org/10.1038/s41380-022-01899-8>
- Bertuccelli, M., Ciringione, L., Rubega, M., Bisiacchi, P., Masiero, S., Del Felice, A. (2022). Cognitive impairment in people with previous COVID-19 infection: A scoping review. *Cortex*, 154, 212–230. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2022.06.002>
- Bethell-Fox, C.E., Shepard, R.N. (1988). Mental rotation: Effects of stimulus complexity and familiarity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14(1), 12–23. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.14.1.12>
- Bird, C.M., Capponi, C., King, J.A., Doeller, C.F., Burgess, N. (2010). Establishing the Boundaries: The Hippocampal Contribution to Imagining Scenes. *The Journal of Neuroscience*, 30(35), 11688–11695. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0723-10.2010>
- Bishop, S.J. (2007). Neurocognitive mechanisms of anxiety: An integrative account. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(7), 307–316. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.05.008>
- Bishop, S.J. (2008). Neural Mechanisms Underlying Selective Attention to Threat. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1129(1), 141–152. <https://doi.org/10.1196/annals.1417.016>
- Bishop, S.J., Duncan, J., Lawrence, A.D. (2004). State Anxiety Modulation of the Amygdala Response to Unattended Threat-Related Stimuli. *The Journal of Neuroscience*, 24(46), 10364–10368. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2550-04.2004>
- Bitsika, V., Sharpley, C.F., Sweeney, J.A., McFarlane, J.R. (2014). HPA and SAM axis responses as correlates of self- vs parental ratings of anxiety in boys with an Autistic Disorder. *Physiology and Behavior*, 127, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.12.011>
- Blajenkova, O., Kozhevnikov, M., Motes, M.A. (2006). Object-spatial imagery: A new self-report imagery questionnaire. *Applied Cognitive Psychology*, 20(2), 239–263. <https://doi.org/10.1002/acp.1182>
- Blazhenkova, O., Kozhevnikov, M. (2010). Visual-object ability: A new dimension of non-verbal intelligence. *Cognition*, 117(3), 276–301. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2010.08.021>
- Bobova, L., Finn, P.R., Rickert, M.E., Lucas, J. (2009). Disinhibitory psychopathology and delay discounting in alcohol dependence: Personality and cognitive correlates. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 17(1), 51–61. <https://doi.org/10.1037/a0014503>
- Boesch, M., Sefidan, S., Ehler, U., Annen, H., Wyss, T., Steptoe, A., La Marca, R. (2014). Mood and autonomic responses to repeated exposure to the Trier Social Stress Test for Groups (TSST-G). *Psychoneuroendocrinology*, 43, 41–51. <https://doi.org/10.1016/j.psychenue.2014.02.003>
- Bonnet, L., Comte, A., Tatu, L., Millot, J.-L., Moulin, T., Medeiros De Bustos, E. (2015). The role of the amygdala in the perception of positive emotions:

- An “intensity detector”. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2015.00178>
- Borkovec, T.D., Ray, W.J., Stober, J. (1998). Worry: A Cognitive Phenomenon Intimately Linked to Affective, Physiological, and Interpersonal Behavioral Processes. *Cognitive Therapy and Research*, 22(6), 561–576. <https://doi.org/10.1023/A:1018790003416>
- Borst, G. (2013). Fear improves mental rotation of low-spatial-frequency visual representation. *Emotion*, 13(5), 811–816. <https://doi.org/10.1037/a0033625>
- Borst, G., Kosslyn, S.M. (2008). Visual mental imagery and visual perception: Structural equivalence revealed by scanning processes. *Memory and Cognition*, 36(4), 849–862. <https://doi.org/10.3758/MC.36.4.849>
- Borst, G., Kosslyn, S.M. (2010). Individual Differences in Spatial Mental Imagery. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63(10), 2031–2050. <https://doi.org/10.1080/17470211003802459>
- Borst, G., Standing, G., Kosslyn, S.M. (2012). Fear and anxiety modulate mental rotation. *Journal of Cognitive Psychology*, 24(6), 665–671. <https://doi.org/10.1080/20445911.2012.679924>
- Bouras, N.N., Mack, N.R., Gao, W.-J. (2023). Prefrontal modulation of anxiety through a lens of noradrenergic signaling. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 17, 1173326. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2023.1173326>
- Bowling, J.T., Friston, K.J., Hopfinger, J.B. (2020). Top-down versus bottom-up attention differentially modulate frontal–parietal connectivity. *Human Brain Mapping*, 41(4), 928–942. <https://doi.org/10.1002/hbm.24850>
- Bradley, B.P., Mogg, K., Falla, S.J., Hamilton, L.R. (1998). Attentional Bias for Threatening Facial Expressions in Anxiety: Manipulation of Stimulus Duration. *Cognition and Emotion*, 12(6), 737–753. <https://doi.org/10.1080/026999398379411>
- Bradley, B.P., Mogg, K., Lee, S.C. (1997). Attentional biases for negative information in induced and naturally occurring dysphoria. *Behaviour Research and Therapy*, 35(10), 911–927. [https://doi.org/10.1016/S0005-7967\(97\)00053-3](https://doi.org/10.1016/S0005-7967(97)00053-3)
- Brandt, S.A., Stark, L.W. (1997). Spontaneous Eye Movements During Visual Imagery Reflect the Content of the Visual Scene. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9(1), 27–38. <https://doi.org/10.1162/jocn.1997.9.1.27>
- Braver, T.S. (2012). The variable nature of cognitive control: A dual mechanisms framework. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(2), 106–113. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.12.010>
- Bremner, J.D. (2004). Brain imaging in anxiety disorders. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 4(2), 275–284. <https://doi.org/10.1586/14737175.4.2.275>
- Brewin, C.R. (2001). A cognitive neuroscience account of posttraumatic stress disorder and its treatment. *Behaviour Research and Therapy*, 39(4), 373–393. [https://doi.org/10.1016/S0005-7967\(00\)00087-5](https://doi.org/10.1016/S0005-7967(00)00087-5)
- Brodbeck, C., Michelson, L. (1987). Problem-solving skills and attributional styles of agoraphobics. *Cognitive Therapy and Research*, 11(5), 593–610. <https://doi.org/10.1007/BF01183861>
- Broglio, C., Martín-Monzón, I., Ocaña, F.M., Gómez, A., Durán, E., Salas, C., Rodríguez, F. (2015). Hippocampal pallium and map-like memories through vertebrate evolution. *Journal of Behavioral and Brain Science*, 5(3), 109–120.

- Brosch, T., Pourtois, G., Sander, D. (2010). The perception and categorisation of emotional stimuli: A review. *Cognition and Emotion*, 24(3), 377–400. <https://doi.org/10.1080/02699930902975754>
- Brose, A., Schmiedek, F., Lövdén, M., Lindenberger, U. (2012). Daily variability in working memory is coupled with negative affect: The role of attention and motivation. *Emotion*, 12(3), 605–617. <https://doi.org/10.1037/a0024436>
- Buckley, J., Seery, N., Canty, D. (2018). A Heuristic Framework of Spatial Ability: A Review and Synthesis of Spatial Factor Literature to Support its Translation into STEM Education. *Educational Psychology Review*, 30(3), 947–972. <https://doi.org/10.1007/s10648-018-9432-z>
- Buckley, T.C., Blanchard, E.B., Neill, W.T. (2000). Information processing and PTSD: A review of the empirical literature. *Clinical Psychology Review*, 28, 1041–1065.
- Buckner, R.L., Andrews-Hanna, J.R., Schacter, D.L. (2008). *The Brain's Default Network: Anatomy, Function, and Relevance to Disease*. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124(1), 1–38. <https://doi.org/10.1196/annals.1440.011>
- Burgess, N. (2014). The 2014 Nobel Prize in Physiology or Medicine: A Spatial Model for Cognitive Neuroscience. *Neuron*, 84(6), 1120–1125. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2014.12.009>
- Burgess, N., Maguire, E.A., O'Keefe, J. (2002). The Human Hippocampus and Spatial and Episodic Memory. *Neuron*, 35(4), 625–641. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(02\)00830-9](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(02)00830-9)
- Burles, F., Guadagni, V., Hoey, F., Arnold, A.E.G.F., Levy, R.M., O'Neill, T., Iaria, G. (2014). Neuroticism and self-evaluation measures are related to the ability to form cognitive maps critical for spatial orientation. *Behavioural Brain Research*, 271, 154–159. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2014.06.002>
- Campos-Juanatey, D., Pérez-Fabello, M.J., Campos, A. (2017). Differences in Image Rotation Between Undergraduates From Different University Degrees. *Imagination, Cognition and Personality*, 027623661774813. <https://doi.org/10.1177/0276236617748131>
- Carlson, J.M., Reinke, K.S. (2008). Masked fearful faces modulate the orienting of covert spatial attention. *Emotion*, 8(4), 522–529. <https://doi.org/10.1037/a0012653>
- Carpenter, J.K., Andrews, L.A., Witcraft, S.M., Powers, M.B., Smits, J.A.J., Hofmann, S.G. (2018). Cognitive behavioral therapy for anxiety and related disorders: A meta-analysis of randomized placebo-controlled trials. *Depression and Anxiety*, 35(6), 502–514. <https://doi.org/10.1002/da.22728>
- Carr, S.N., Francis, A.J. (2010). Early maladaptive schemas and personality disorder symptoms: An examination in a non-clinical sample. *Psychology and Psychotherapy: Theory, Research and Practice*, 83(4), 333–349.
- Carrell, S.E., Page, M.E., West, J.E. (2010). Sex and Science: How Professor Gender Perpetuates the Gender Gap. *Quarterly Journal of Economics*, 125(3), 1101–1144. <https://doi.org/10.1162/qjec.2010.125.3.1101>
- Carroll, J.B. (1993). *Human Cognitive Abilities: A Survey of Factor-Analytic Studies* (1. wyd.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511571312>
- Casad, B.J., Franks, J.E., Garasky, C.E., Kittleman, M.M., Roesler, A.C., Hall, D.Y., Petzel, Z.W. (2021). Gender inequality in academia: Problems and solutions for

- women faculty in STEM. *Journal of Neuroscience Research*, 99(1), 13–23. <https://doi.org/10.1002/jnr.24631>
- Casey, B.M., Andrews, N., Schindler, H., Kersh, J.E., Samper, A., Copley, J. (2008). The Development of Spatial Skills Through Interventions Involving Block Building Activities. *Cognition and Instruction*, 26(3), 269–309. <https://doi.org/10.1080/07370000802177177>
- Casey, M.B., Nuttall, R., Pezaris, E., Benbow, C.P. (1995). The influence of spatial ability on gender differences in mathematics college entrance test scores across diverse samples. *Developmental Psychology*, 31(4), 697–705. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.31.4.697>
- Catani, M., Dell'Acqua, F., Thiebaut De Schotten, M. (2013). A revised limbic system model for memory, emotion and behaviour. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 37(8), 1724–1737. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.07.001>
- Cattell, R.B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology*, 54(1), 1–22. <https://doi.org/10.1037/h0046743>
- Cattell, R.B., Scheier, I.H. (1958). The Nature of Anxiety: A Review of Thirteen Multivariate Analyses Comprising 814 Variables. *Psychological Reports*, 4(3), 351–388E. <https://doi.org/10.2466/pr0.1958.4.3.351>
- Cavedon-Taylor, D. (2022). Aphantasia and psychological disorder: Current connections, defining the imagery deficit and future directions. *Frontiers in Psychology*, 13, 822989. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.822989>
- Chen, I.Y., Jarrin, D.C., Ivers, H., Morin, C.M. (2017). Investigating psychological and physiological responses to the Trier Social Stress Test in young adults with insomnia. *Sleep Medicine*, 40, 11–22. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2017.09.011>
- Chen, W.G., Schloesser, D., Arensdorf, A.M., Simmons, J.M., Cui, C., Valentino, R., Gnadt, J.W., Nielsen, L., Hillaire-Clarke, C.St., Spruance, V., Horowitz, T.S., Vallejo, Y.F., Langevin, H.M. (2021). The Emerging Science of Interoception: Sensing, Integrating, Interpreting, and Regulating Signals within the Self. *Trends in Neurosciences*, 44(1), 3–16. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2020.10.007>
- Cheng, Y.-L., Mix, K.S. (2014). Spatial Training Improves Children's Mathematics Ability. *Journal of Cognition and Development*, 15(1), 2–11. <https://doi.org/10.1080/15248372.2012.725186>
- Christopher, G., MacDonald, J. (2005). The impact of clinical depression on working memory. *Cognitive Neuropsychiatry*, 10(5), 379–399. <https://doi.org/10.1080/13546800444000128>
- Christopoulos, G.I., Tobler, P.N., Bossaerts, P., Dolan, R.J., Schultz, W. (2009). Neural Correlates of Value, Risk, and Risk Aversion Contributing to Decision Making under Risk. *The Journal of Neuroscience*, 29(40), 12574–12583. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2614-09.2009>
- Cisler, J.M., Koster, E.H.W. (2010). Mechanisms of attentional biases towards threat in anxiety disorders: An integrative review. *Clinical Psychology Review*, 30(2), 203–216. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2009.11.003>
- Città, G., Gentile, M., Allegra, M., Arrigo, M., Conti, D., Ottaviano, S., Reale, F., Sciortino, M. (2019). The effects of mental rotation on computational thinking.

- Computers and Education*, 141, 103613. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103613>
- Clark, D.A. (2001). The persistent problem of negative cognition in anxiety and depression: New perspectives and old controversies. *Behavior Therapy*, 32(1), 3–12. [https://doi.org/10.1016/S0005-7894\(01\)80040-X](https://doi.org/10.1016/S0005-7894(01)80040-X)
- Clark, D.M., McManus, F. (2002). Information processing in social phobia. *Biological Psychiatry*, 51(1), 92–100.
- Clark, D.M., Ehlers, A., Hackmann, A., McManus, F., Fennell, M., Grey, N., Waddington, L., Wild, J. (2006). Cognitive therapy versus exposure and applied relaxation in social phobia: A randomized controlled trial. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 74(3), 568–578. <https://doi.org/10.1037/0022-006X.74.3.568>
- Clark, I.A., Mackay, C.E. (2015). Mental Imagery and Post-Traumatic Stress Disorder: A Neuroimaging and Experimental Psychopathology Approach to Intrusive Memories of Trauma. *Frontiers in Psychiatry*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2015.00104>
- Cohen, A., Zemel, O.C., Colodner, R., Abu-Shkara, R., Masalha, R., Mahagna, L., Barel, E. (2020). The Role of Endocrine Stress Systems and Sex Hormones in the Enhancing Effects of Stress on Mental Rotation Capabilities. *Brain Sciences*, 10(11), 791. <https://doi.org/10.3390/brainsci10110791>
- Committeri, G., Galati, G., Paradis, A.-L., Pizzamiglio, L., Berthoz, A., LeBihan, D. (2004). Reference Frames for Spatial Cognition: Different Brain Areas are Involved in Viewer-, Object-, and Landmark-Centered Judgments About Object Location. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(9), 1517–1535. <https://doi.org/10.1162/0898929042568550>
- Conway, A.R.A., Kane, M.J., Engle, R.W. (2003). Working memory capacity and its relation to general intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(12), 547–552. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2003.10.005>
- Cooper, L.A., Shepard, R.N. (1973). Chronometric Studies of the Rotation of Mental Images. W: *Visual Information Processing* (s. 75–176). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-170150-5.50009-3>
- Corbetta, M., Patel, G., Shulman, G.L. (2008). The Reorienting System of the Human Brain: From Environment to Theory of Mind. *Neuron*, 58(3), 306–324. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2008.04.017>
- Corbetta, M., Shulman, G.L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(3), 201–215. <https://doi.org/10.1038/nnr755>
- Corr, R., Pelletier-Baldelli, A., Glier, S., Bizzell, J., Campbell, A., Belger, A. (2021). Neural mechanisms of acute stress and trait anxiety in adolescents. *NeuroImage: Clinical*, 29, 102543. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2020.102543>
- Couch, Y., Anthony, D.C., Dolgov, O., Revischin, A., Festoff, B., Santos, A.I., Steinbusch, H.W., Strelakova, T. (2013). Microglial activation, increased TNF and SERT expression in the prefrontal cortex define stress-altered behaviour in mice susceptible to anhedonia. *Brain, Behavior, and Immunity*, 29, 136–146. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2012.12.017>

- Cowan, N. (1988). Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information-processing system. *Psychological Bulletin*, 104(2), 163–191. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.104.2.163>
- Cowan, N. (1998). *Attention and Memory*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195119107.001.0001>
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24(1), 87–114. <https://doi.org/10.1017/S0140525X01003922>
- Cowan, N. (2014). Working Memory Underpins Cognitive Development, Learning, and Education. *Educational Psychology Review*, 26(2), 197–223. <https://doi.org/10.1007/s10648-013-9246-y>
- Craig, A.D. (2009). How do you feel – now? The anterior insula and human awareness. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(1), 59–70. <https://doi.org/10.1038/nrn2555>
- Craver-Lemley, C., Reeves, A. (1992). How visual imagery interferes with vision. *Psychological Review*, 99(4), 633–649. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.99.4.633>
- Crawford, T.J., Higham, S. (2016). Distinguishing between impairments of working memory and inhibitory control in cases of early dementia. *Neuropsychologia*, 81, 61–67. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.12.007>
- Critchley, H.D., Harrison, N.A. (2013). Visceral Influences on Brain and Behavior. *Neuron*, 77(4), 624–638. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2013.02.008>
- Crocq, M.-A. (2015). A history of anxiety: From Hippocrates to DSM. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 17(3), 319–325. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2015.17.3/macrocq>
- Crowley, K., Callanan, M.A., Tenenbaum, H.R., Allen, E. (2001). Parents Explain More Often to Boys Than to Girls During Shared Scientific Thinking. *Psychological Science*, 12(3), 258–261. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00347>
- Culot, C., Corlazzoli, G., Fantini-Hauwel, C., Gevers, W. (2021). The relation between task-relatedness of anxiety and metacognitive performance. *Consciousness and Cognition*, 94, 103191. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2021.103191>
- Cunningham, W.A., Kirkland, T. (2014). The joyful, yet balanced, amygdala: Moderated responses to positive but not negative stimuli in trait happiness. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9(6), 760–766. <https://doi.org/10.1093/scan/nst045>
- Dance, C.J., Ipser, A., Simner, J. (2022). The prevalence of aphantasia (imagery weakness) in the general population. *Consciousness and Cognition*, 97, 103243. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2021.103243>
- Datta, D., Arnsten, A. (2019). Loss of Prefrontal Cortical Higher Cognition with Uncontrollable Stress: Molecular Mechanisms, Changes with Age, and Relevance to Treatment. *Brain Sciences*, 9(5), 113. <https://doi.org/10.3390/brainsci9050113>
- Daviu, N., Bruchas, M.R., Moghaddam, B., Sandi, C., Beyeler, A. (2019). Neurobiological links between stress and anxiety. *Neurobiology of Stress*, 11, 100191. <https://doi.org/10.1016/j.ynstr.2019.100191>
- Dawes, A.J., Keogh, R., Andrillon, T., Pearson, J. (2020). A cognitive profile of multi-sensory imagery, memory and dreaming in aphantasia. *Scientific Reports*, 10(1), 10022. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65705-7>

- De Fockert, J.W. (2005). Keeping Priorities: The Role of Working Memory and Selective Attention in Cognitive Aging. *Science of Aging Knowledge Environment*, 2005(44). <https://doi.org/10.1126/sageke.2005.44.pe34>
- De Kloet, E.R., Joëls, M., Holsboer, F. (2005a). Stress and the brain: From adaptation to disease. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(6), 463–475. <https://doi.org/10.1038/nrn1683>
- De Kloet, E.R., Sibug, R.M., Helmerhorst, F.M., Schmidt, M. (2005b). Stress, genes and the mechanism of programming the brain for later life. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 29(2), 271–281. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2004.10.008>
- Delchau, H.L., Christensen, B.K., O’Kearney, R., Goodhew, S.C. (2020). What is top-down about seeing enemies? Social anxiety and attention to threat. *Attention, Perception and Psychophysics*, 82(4), 1779–1792. <https://doi.org/10.3758/s13414-019-01920-3>
- Delgado, A.R., Prieto, G. (2004). Cognitive mediators and sex-related differences in mathematics. *Intelligence*, 32(1), 25–32. [https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(03\)00061-8](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(03)00061-8)
- Dentico, D., Cheung, B.L., Chang, J.-Y., Guokas, J., Boly, M., Tononi, G., Van Veen, B. (2014). Reversal of cortical information flow during visual imagery as compared to visual perception. *NeuroImage*, 100, 237–243. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.05.081>
- Denver, R.J. (2009). Structural and Functional Evolution of Vertebrate Neuroendocrine Stress Systems. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1163(1), 1–16. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04433.x>
- Derryberry, D., Reed, M.A. (2002). Anxiety-related attentional biases and their regulation by attentional control. *Journal of Abnormal Psychology*, 111(2), 225–236.
- Dessalegn, B., Landau, B. (2013). Interaction between language and vision: It’s momentary, abstract, and it develops. *Cognition*, 127(3), 331–344. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2013.02.003>
- Detyna, M., Kadiri, M. (2020). Virtual reality in the HE classroom: Feasibility, and the potential to embed in the curriculum. *Journal of Geography in Higher Education*, 44(3), 474–485. <https://doi.org/10.1080/03098265.2019.1700486>
- Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5* (5th ed.). (2013). American Psychiatric Association.
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Dickerson, S.S., Kemeny, M.E. (2004). Acute Stressors and Cortisol Responses: A Theoretical Integration and Synthesis of Laboratory Research. *Psychological Bulletin*, 130(3), 355–391. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.130.3.355>
- Dijkstra, N., Hinne, M., Bosch, S.E., Van Gerven, M.A.J. (2019). Between-subject variability in the influence of mental imagery on conscious perception. *Scientific Reports*, 9(1), 15658. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52072-1>
- Dijkstra, N., Zeidman, P., Ondobaka, S., Van Gerven, M.A.J., Friston, K. (2017). Distinct Top-down and Bottom-up Brain Connectivity During Visual Perception and Imagery. *Scientific Reports*, 7(1), 5677. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-05888-8>

- Dobson, K.S., Dozois, D.J.A. (2004). Attentional biases in eating disorders: A meta-analytic review of Stroop performance. *Clinical Psychology Review*, 23(8), 1001–1022. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2003.09.004>
- Dolan, R.J., Vuilleumier, P. (2003). Amygdala Automaticity in Emotional Processing. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 985(1), 348–355. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2003.tb07093.x>
- Edwards, M.S., Moore, P., Champion, J.C., Edwards, E.J. (2015). Effects of trait anxiety and situational stress on attentional shifting are buffered by working memory capacity. *Anxiety, Stress and Coping*, 28(1), 1–16. <https://doi.org/10.1080/10615806.2014.911846>
- Elwood, L.S., Wolitzky-Taylor, K., Olatunji, B.O. (2012). Measurement of anxious traits: A contemporary review and synthesis. *Anxiety, Stress and Coping*, 25(6), 647–666. <https://doi.org/10.1080/10615806.2011.582949>
- Endler, N.S., Magnusson, D. (red.). (1976). *Interactional psychology and personality*. Hemisphere.
- Endler, N.S., Kocovski, N.L. (2001). State and trait anxiety revisited. *Journal of Anxiety Disorders*, 15(3), 231–245. [https://doi.org/10.1016/S0887-6185\(01\)00060-3](https://doi.org/10.1016/S0887-6185(01)00060-3)
- Endler, N.S., Parker, J.D., Bagby, R.M., Cox, B.J. (1991). Multidimensionality of state and trait anxiety: Factor structure of the Endler Multidimensional Anxiety Scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 60(6), 919–926. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.60.6.919>
- Endsley, M.R. (1988). Design and Evaluation for Situation Awareness Enhancement. *Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting*, 32(2), 97–101. <https://doi.org/10.1177/154193128803200221>
- Epstein, S. (1972). The nature of anxiety with emphasis upon its relationship to expectancy. W: *Anxiety* (s. 291–342). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-657402-9.50007-7>
- Etkin, A., Egner, T., Kalisch, R. (2011). Emotional processing in anterior cingulate and medial prefrontal cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(2), 85–93. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.11.004>
- Eysenck, M., Payne, S., Derakshan, N. (2005). Trait anxiety, visuospatial processing, and working memory. *Cognition and Emotion*, 19(8), 1214–1228. <https://doi.org/10.1080/02699930500260245>
- Eysenck, M.W. (1979). Anxiety, learning, and memory: A reconceptualization. *Journal of Research in Personality*, 13(4), 363–385. [https://doi.org/10.1016/0092-6566\(79\)90001-1](https://doi.org/10.1016/0092-6566(79)90001-1)
- Eysenck, M.W., Calvo, M.G. (1992). Anxiety and Performance: The Processing Efficiency Theory. *Cognition and Emotion*, 6(6), 409–434. <https://doi.org/10.1080/02699939208409696>
- Eysenck, M.W., Derakshan, N. (2011). New perspectives in attentional control theory. *Personality and Individual Differences*, 50(7), 955–960. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2010.08.019>
- Eysenck, M.W., Derakshan, N., Santos, R., Calvo, M.G. (2007). Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory. *Emotion*, 7(2), 336–353. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.7.2.336>

- Fani, N., Jovanovic, T., Ely, T.D., Bradley, B., Gutman, D., Tone, E.B., Ressler, K.J. (2012). Neural correlates of attention bias to threat in post-traumatic stress disorder. *Biological Psychology*, 90(2), 134–142. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2012.03.001>
- Farah, M.J. (1988). Is visual imagery really visual? Overlooked evidence from neuro-psychology. *Psychological Review*, 95(3), 307–317. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.95.3.307>
- Fąfrowicz, M., Marek, T. (2008). Przedni zakręt kory obręczy – perspektywa neurokogniwistyczna. *Przegląd Psychologiczny*, 51(2), 149–160.
- Fecteau, S., Belin, P., Joanette, Y., Armony, J.L. (2007). Amygdala responses to non-linguistic emotional vocalizations. *NeuroImage*, 36(2), 480–487. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.02.043>
- Feng, J., Spence, I., Pratt, J. (2007). Playing an Action Video Game Reduces Gender Differences in Spatial Cognition. *Psychological Science*, 18(10), 850–855. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.01990.x>
- Ferguson, A.M., Maloney, E.A., Fugelsang, J., Risko, E.F. (2015). On the relation between math and spatial ability: The case of math anxiety. *Learning and Individual Differences*, 39, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.02.007>
- Ferguson, T.D., Livingstone-Lee, S.A., Skelton, R.W. (2019). Incidental learning of allocentric and egocentric strategies by both men and women in a dual-strategy virtual Morris Water Maze. *Behavioural Brain Research*, 364, 281–295. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2019.02.032>
- Field, M., Cox, W. (2008). Attentional bias in addictive behaviors: A review of its development, causes, and consequences. *Drug and Alcohol Dependence*, 97(1–2), 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2008.03.030>
- Finke, R.A. (1979). The functional equivalence of mental images and errors of movement. *Cognitive Psychology*, 11(2), 235–264. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(79\)90011-2](https://doi.org/10.1016/0010-0285(79)90011-2)
- Fox, E., Russo, R., Dutton, K. (2002). Attentional bias for threat: Evidence for delayed disengagement from emotional faces. *Cognition and Emotion*, 16(3), 355–379. <https://doi.org/10.1080/02699930143000527>
- Fox, L.S., Knight, B.G. (2005). The effects of anxiety on attentional processes in older adults. *Aging and Mental Health*, 9(6), 585–593. <https://doi.org/10.1080/13607860500294282>
- Fox, L.S., Knight, B.G., Zelinski, E.M. (1998). Mood induction with older adults: A tool for investigating effects of depressed mood. *Psychology and Aging*, 13(3), 519–523. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.13.3.519>
- Francuz, P. (2007). *Obrazy w umyśle. Studia nad percepcją i wyobraźnią*. Wydawnictwo Scholar.
- Frankiensztajn, L.M., Elliott, E., Koren, O. (2020). The microbiota and the hypothalamus-pituitary-adrenocortical (HPA) axis, implications for anxiety and stress disorders. *Current Opinion in Neurobiology*, 62, 76–82. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2019.12.003>
- Freud, Z. (1992). *Wstęp do psychoanalizy*. WN PWN.

- Frick, A. (2019). Spatial transformation abilities and their relation to later mathematics performance. *Psychological Research*, 83(7), 1465–1484. <https://doi.org/10.1007/s00426-018-1008-5>
- Fyhn, M., Molden, S., Witter, M.P., Moser, E.I., Moser, M.-B. (2004). Spatial Representation in the Entorhinal Cortex. *Science*, 305(5688), 1258–1264. <https://doi.org/10.1126/science.1099901>
- Gabriel, K.I., Hong, S.M., Chandra, M., Lonborg, S.D., Barkley, C.L. (2011). Gender Differences in the Effects of Acute Stress on Spatial Ability. *Sex Roles*, 64(1–2), 81–89. <https://doi.org/10.1007/s11199-010-9877-0>
- Galati, G., Lobel, E., Vallar, G., Berthoz, A., Pizzamiglio, L., Le Bihan, D. (2000). The neural basis of egocentric and allocentric coding of space in humans: A functional magnetic resonance study. *Experimental Brain Research*, 133(2), 156–164. <https://doi.org/10.1007/s002210000375>
- Galeano-Keiner, E.M., Neubauer, A.B., Irmer, A., Schmiedek, F. (2022). Daily fluctuations in children's working memory accuracy and precision: Variability at multiple time scales and links to daily sleep behavior and fluid intelligence. *Cognitive Development*, 64, 101260. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2022.101260>
- Gallegos, C., Ramírez, C., García, A., Borrani, J., Valdez, P. (2024). Total sleep deprivation effects on the attentional blink. *Experimental Brain Research*, 242(6), 1361–1372. <https://doi.org/10.1007/s00221-024-06826-7>
- Gallese, V. (2005). Embodied simulation: From neurons to phenomenal experience. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 4(1), 23–48. <https://doi.org/10.1007/s11097-005-4737-z>
- Gamble, A.L., Rapee, R.M. (2009). The time-course of attentional bias in anxious children and adolescents. *Journal of Anxiety Disorders*, 23(7), 841–847. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2009.04.001>
- Ganis, G., Thompson, W.L., Kosslyn, S.M. (2004). Brain areas underlying visual mental imagery and visual perception: An fMRI study. *Cognitive Brain Research*, 20(2), 226–241. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2004.02.012>
- Garland, E.L., Howard, M.O. (2014). A transdiagnostic perspective on cognitive, affective, and neurobiological processes underlying human suffering. *Research on Social Work Practice*, 24(1), 142–151.
- Gawda, B. (2017). *Struktura pojęć emocjonalnych: Wykorzystanie technik fluencji werbalnej*. Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej.
- Gawda, B., Szepietowska, E. (2016). Trait Anxiety Modulates Brain Activity during Performance of Verbal Fluency Tasks. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 10. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2016.00010>
- Geary, D.C. (1995). Sexual selection and sex differences in spatial cognition. *Learning and Individual Differences*, 7(4), 289–301.
- Geary, D.C. (2022). Spatial ability as a distinct domain of human cognition: An evolutionary perspective. *Intelligence*, 90, 101616. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2021.101616>
- Geer, E.A., Barroso, C., Conlon, R.A., Dasher, J.M., Ganley, C.M. (2024). A meta-analytic review of the relation between spatial anxiety and spatial skills. *Psychological Bulletin*, 150(4), 464–486. <https://doi.org/10.1037/bul0000420v>

- Geer, E.A., Quinn, J.M., Ganley, C.M. (2019). Relations between spatial skills and math performance in elementary school children: A longitudinal investigation. *Developmental Psychology*, 55(3), 637–652. <https://doi.org/10.1037/dev0000649>
- Geng, H., Li, X., Chen, J., Li, X., Gu, R. (2016). Decreased Intra- and Inter-Salience Network Functional Connectivity is Related to Trait Anxiety in Adolescents. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2015.00350>
- George, S.A., Knox, D., Curtis, A.L., Aldridge, J.W., Valentino, R.J., Liberzon, I. (2013). Altered locus coeruleus–norepinephrine function following single prolonged stress. *European Journal of Neuroscience*, 37(6), 901–909. <https://doi.org/10.1111/ejn.12095>
- Goes, T.C., Almeida Souza, T.H., Marchioro, M., Teixeira-Silva, F. (2018). Excitotoxic lesion of the medial prefrontal cortex in Wistar rats: Effects on trait and state anxiety. *Brain Research Bulletin*, 142, 313–319. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2018.08.009>
- Goldberg, J.F., Fagin-Jones, S. (2004). Diagnosing and Treating Anxiety Comorbidity in Bipolar Disorders. *Psychiatric Annals*, 34(11), 874–884. <https://doi.org/10.3928/0048-5713-20041101-16>
- Goldstein-Piekarski, A.N., Williams, L.M., Humphreys, K. (2016). A trans-diagnostic review of anxiety disorder comorbidity and the impact of multiple exclusion criteria on studying clinical outcomes in anxiety disorders. *Translational Psychiatry*, 6(6), e847. <https://doi.org/10.1038/tp.2016.108>
- Goodale, M.A., Milner, A.D. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends in Neurosciences*, 15(1), 20–25. [https://doi.org/10.1016/0166-2236\(92\)90344-8](https://doi.org/10.1016/0166-2236(92)90344-8)
- Goodman, M.S., Kumar, S., Zomorodi, R., Ghazala, Z., Cheam, A.S.M., Barr, M.S., Daskalakis, Z.J., Blumberger, D.M., Fischer, C., Flint, A., Mah, L., Herrmann, N., Bowie, C.R., Mulsant, B.H., Rajji, T.K. (2018). Theta-Gamma Coupling and Working Memory in Alzheimer's Dementia and Mild Cognitive Impairment. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 10, 101. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2018.00101>
- Gorman, J.M. (1996). Comorbid depression and anxiety spectrum disorders. *Depression and Anxiety*, 4(4), 160–168. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6394\(1996\)4:4<160::AID-DA2>3.0.CO;2-J](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6394(1996)4:4<160::AID-DA2>3.0.CO;2-J)
- Gómez-Tone, H.C., Martín-Gutiérrez, J., Valencia Anci, L., Mora Luis, C.E. (2020). International Comparative Pilot Study of Spatial Skill Development in Engineering Students through Autonomous Augmented Reality-Based Training. *Symmetry*, 12(9), 1401. <https://doi.org/10.3390/sym12091401>
- Graham, K.S., Barense, M.D., Lee, A.C.H. (2010). Going beyond LTM in the MTL: A synthesis of neuropsychological and neuroimaging findings on the role of the medial temporal lobe in memory and perception. *Neuropsychologia*, 48(4), 831–853. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.01.001>
- Grenard, J.L., Ames, S.L., Wiers, R.W., Thush, C., Sussman, S., Stacy, A.W. (2008). Working memory capacity moderates the predictive effects of drug-related associations on substance use. *Psychology of Addictive Behaviors*, 22(3), 426–432. <https://doi.org/10.1037/0893-164X.22.3.426>

- Grillon, C. (2008). Models and mechanisms of anxiety: Evidence from startle studies. *Psychopharmacology*, 199(3), 421–437. <https://doi.org/10.1007/s00213-007-1019-1>
- Grillon, C., Baas, J. (2002). Comments on the use of the startle reflex in psychopharmacological challenges: Impact of baseline startle on measurement of fear-potentiated startle. *Psychopharmacology*, 164(2), 236–238. <https://doi.org/10.1007/s00213-002-1164->
- Grisanzio, K.A., Goldstein-Piekarski, A.N., Wang, M.Y., Rashed Ahmed, A.P., Samara, Z., Williams, L.M. (2018). Transdiagnostic Symptom Clusters and Associations With Brain, Behavior, and Daily Function in Mood, Anxiety, and Trauma Disorders. *JAMA Psychiatry*, 75(2), 201. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2017.3951>
- Grodd, W., Kumar, V.J., Schüz, A., Lindig, T., Scheffler, K. (2020). The anterior and medial thalamic nuclei and the human limbic system: Tracing the structural connectivity using diffusion-weighted imaging. *Scientific Reports*, 10(1), 10957. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67770-4>
- Gross, J.J., Levenson, R.W. (1995). Emotion elicitation using films. *Cognition and Emotion*, 9(1), 87–108. <https://doi.org/10.1080/02699939508408966>
- Grupe, D.W., Nitschke, J.B. (2013). Uncertainty and anticipation in anxiety: An integrated neurobiological and psychological perspective. *Nature Reviews Neuroscience*, 14(7), 488–501. <https://doi.org/10.1038/nrn3524>
- Guenzel, F.M., Wolf, O.T., Schwabe, L. (2014). Sex differences in stress effects on response and spatial memory formation. *Neurobiology of Learning and Memory*, 109, 46–55. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2013.11.020>
- Guigueno, M.F., Snow, D.A., MacDougall-Shackleton, S.A., Sherry, D.F. (2014). Female cowbirds have more accurate spatial memory than males. *Biology Letters*, 10(2), 20140026.
- Guilford, J.P. (1956). The Guilford-Zimmerman Aptitude Survey. *The Personnel and Guidance Journal*, 35(4), 219–223. <https://doi.org/10.1002/j.2164-4918.1956.tb01745.x>
- Guillot, A., Champely, S., Batier, C., Thiriet, P., Collet, C. (2007). Relationship Between Spatial Abilities, Mental Rotation and Functional Anatomy Learning. *Advances in Health Sciences Education*, 12(4), 491–507. <https://doi.org/10.1007/s10459-006-9021-7>
- Gunderson, E.A., Ramirez, G., Beilock, S.L., Levine, S.C. (2013). Teachers' Spatial Anxiety Relates to 1st- and 2nd-Graders' Spatial Learning. *Mind, Brain, and Education*, 7(3), 196–199. <https://doi.org/10.1111/mbe.12027>
- Guo, P., Benito Ballesteros, A., Yeung, S.P., Liu, R., Saha, A., Curtis, L., Kaser, M., Haggard, M.P., Cheke, L.G. (2022). COVCOG 2: Cognitive and Memory Deficits in Long COVID: A Second Publication From the COVID and Cognition Study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14, 804937. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.804937>
- Gurtner, L.M., Hartmann, M., Mast, F.W. (2021). Eye movements during visual imagery and perception show spatial correspondence but have unique temporal signatures. *Cognition*, 210, 104597. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2021.104597>

- Hackmann, A., Surawy, C., Clark, D.M. (1998). Seeing Yourself Through Others' Eyes: a Study of Spontaneously Occurring Images in Social Phobia. *Behavioural and Cognitive Psychotherapy*, 26(1), 3–12.
- Hafting, T., Fyhn, M., Molden, S., Moser, M.-B., Moser, E.I. (2005). Microstructure of a spatial map in the entorhinal cortex. *Nature*, 436(7052), 801–806. <https://doi.org/10.1038/nature03721>
- Haller, H., Breilmann, P., Schröter, M., Dobos, G., Cramer, H. (2021). A systematic review and meta-analysis of acceptance- and mindfulness-based interventions for DSM-5 anxiety disorders. *Scientific Reports*, 11(1), 20385. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-99882-w>
- Hamlin, A., Sorby, S., Boersma, N. (2006). Do Spatial Abilities Impact The Learning Of 3 D Solid Modeling Software? *2006 Annual Conference and Exposition Proceedings*, 11.493.1–11.493.9. <https://doi.org/10.18260/1-2--1272>
- Han, S., Gao, J., Hu, J., Ye, Y., Huang, H., Liu, J., Liu, M., Ai, H., Qiu, J., Luo, Y., Xu, P. (2023). Disruptions of salience network during uncertain anticipation of conflict control in anxiety. *Asian Journal of Psychiatry*, 88, 103721. <https://doi.org/10.1016/j.ajp.2023.103721>
- Hart, B., Risley, T.R. (2003). The early catastrophe: The 30 million word gap by age 3. *American Educator*, 27(1), 4–9.
- Hartley, C.A., Phelps, E.A. (2010). Changing Fear: The Neurocircuitry of Emotion Regulation. *Neuropsychopharmacology*, 35(1), 136–146. <https://doi.org/10.1038/npp.2009.121>
- Hassabis, D., Kumaran, D., Vann, S.D., Maguire, E.A. (2007). Patients with hippocampal amnesia cannot imagine new experiences. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(5), 1726–1731. <https://doi.org/10.1073/pnas.0610561104>
- He, C., Hegarty, M. (2020). How anxiety and growth mindset are linked to navigation ability: Impacts of exploration and GPS use. *Journal of Environmental Psychology*, 71, 101475. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2020.101475>
- Heeren, A., Mogoșe, C., Philippot, P., McNally, R.J. (2015). Attention bias modification for social anxiety: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Psychology Review*, 40, 76–90. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2015.06.001>
- Hegarty, M., Keehner, M., Khooshabeh, P., Montello, D.R. (2009). How spatial abilities enhance, and are enhanced by, dental education. *Learning and Individual Differences*, 19(1), 61–70. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2008.04.006>
- Hegarty, M., Kozhevnikov, M., Waller, D. (2008). *Perspective taking/spatial orientation test*. University California Santa Barbara.
- Hegarty, M., Waller, D. (2004). A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. *Intelligence*, 32(2), 175–191. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2003.12.001>
- Heil, M., Kavšek, M., Rolke, B., Beste, C., Jansen, P. (2011). Mental rotation in female fraternal twins: Evidence for intra-uterine hormone transfer? *Biological Psychology*, 86(1), 90–93. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2010.11.002>
- Heinrichs, N., Hofmann, S.G. (2001). Information processing in social phobia: A critical review. *Clinical Psychology Review*, 21(5), 751–770.

- Heller, W., Nitschke, J.B., Etienne, M.A., Miller, G.A. (1997). Patterns of regional brain activity differentiate types of anxiety. *Journal of Abnormal Psychology*, 106(3), 376–385. <https://doi.org/10.1037/0021-843X.106.3.376>
- Hendricks, M.A., Buchanan, T.W. (2016). Individual differences in cognitive control processes and their relationship to emotion regulation. *Cognition and Emotion*, 30(5), 912–924. <https://doi.org/10.1080/02699931.2015.1032893>
- Hendrickson, R.C., Raskind, M.A. (2016). Noradrenergic dysregulation in the pathophysiology of PTSD. *Experimental Neurology*, 284, 181–195. <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2016.05.014>
- Heppe, H., Kohler, A., Fleddermann, M.-T., Zentgraf, K. (2016). The Relationship between Expertise in Sports, Visuospatial, and Basic Cognitive Skills. *Frontiers in Psychology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00904>
- Hermans, E.J., Battaglia, F.P., Atsak, P., De Voogd, L.D., Fernández, G., Roozendaal, B. (2014). How the amygdala affects emotional memory by altering brain network properties. *Neurobiology of Learning and Memory*, 112, 2–16. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2014.02.005>
- Hermer-Vazquez, L. (2001). Language, space, and the development of cognitive flexibility in humans: The case of two spatial memory tasks. *Cognition*, 79(3), 263–299. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(00\)00120-7](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(00)00120-7)
- Hettema, J.M., Kettenmann, B., Ahluwalia, V., McCarthy, C., Kates, W.R., Schmitt, J.E., Silberg, J.L., Neale, M.C., Kendler, K.S., Fatouros, P. (2012). Pilot multimodal twin imaging study of generalized anxiety disorder: Twin GAD MRI. *Depression and Anxiety*, 29(3), 202–209. <https://doi.org/10.1002/da.20901>
- Hewig, J., Hagemann, D., Seifert, J., Gollwitzer, M., Naumann, E., Bartussek, D. (2005). BRIEF REPORT. *Cognition and Emotion*, 19(7), 1095–1109. <https://doi.org/10.1080/02699930541000084>
- Hinds, J.A., Sanchez, E.R. (2022). The Role of the Hypothalamus–Pituitary–Adrenal (HPA) Axis in Test-Induced Anxiety: Assessments, Physiological Responses, and Molecular Details. *Stresses*, 2(1), 146–155. <https://doi.org/10.3390/stresses2010011>
- Hirsch, C.R., Holmes, E.A. (2007). Mental imagery in anxiety disorders. *Psychiatry*, 6(4), 161–165. <https://doi.org/10.1016/j.mpps.2007.01.005>
- Hodgkiss, A., Gilligan, K.A., Tolmie, A.K., Thomas, M.S.C., Farran, E.K. (2018). Spatial cognition and science achievement: The contribution of intrinsic and extrinsic spatial skills from 7 to 11 years. *British Journal of Educational Psychology*, 88(4), 675–697. <https://doi.org/10.1111/bjep.12211>
- Höfler, T.N., Koč-Januchta, M., Leutner, D. (2017). More Evidence for Three Types of Cognitive Style: Validating the Object-Spatial Imagery and Verbal Questionnaire Using Eye Tracking when Learning with Texts and Pictures. *Applied Cognitive Psychology*, 31(1), 109–115. <https://doi.org/10.1002/acp.3300>
- Holdstock, J.S., Mayes, A.R., Cezayirli, E., Isaac, C.L., Aggleton, J.P., Roberts, N. (2000). A comparison of egocentric and allocentric spatial memory in a patient with selective hippocampal damage. *Neuropsychologia*, 38(4), 410–425. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(99\)00099-8](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(99)00099-8)

- Holmes, A., Green, S., Vuilleumier, P. (2005). The involvement of distinct visual channels in rapid attention towards fearful facial expressions. *Cognition and Emotion*, 19(6), 899–922. <https://doi.org/10.1080/02699930441000454>
- Holmes, E.A., Blackwell, S.E., Burnett Heyes, S., Renner, F., Raes, F. (2016). Mental Imagery in Depression: Phenomenology, Potential Mechanisms, and Treatment Implications. *Annual Review of Clinical Psychology*, 12(1), 249–280. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-021815-092925>
- Holmes, E.A., James, E.L., Coode-Bate, T., Deeprose, C. (2009). Can Playing the Computer Game “Tetris” Reduce the Build-Up of Flashbacks for Trauma? A Proposal from Cognitive Science. *PLoS ONE*, 4(1), e4153. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004153>
- Holmes, E.A., Mathews, A. (2010). Mental imagery in emotion and emotional disorders. *Clinical Psychology Review*, 30(3), 349–362. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2010.01.001>
- Holmes, E.A., Crane, C., Fennell, M.J.V., Williams, J.M.G. (2007). Imagery about suicide in depression – “Flash-forwards”? *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 38(4), 423–434. <https://doi.org/10.1016/j.jbtep.2007.10.004>
- Hooven, C.K., Chabris, C.F., Ellison, P.T., Kosslyn, S.M. (2004). The relationship of male testosterone to components of mental rotation. *Neuropsychologia*, 42(6), 782–790. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2003.11.012>
- Hopfinger, J.B., Buonocore, M.H., Mangun, G.R. (2000). The neural mechanisms of top-down attentional control. *Nature Neuroscience*, 3(3), 284–291. <https://doi.org/10.1038/72999>
- Horikawa, T., Kamitani, Y. (2017). Generic decoding of seen and imagined objects using hierarchical visual features. *Nature Communications*, 8(1), 15037. <https://doi.org/10.1038/ncomms15037>
- Horn, J.L. (1968). Organization of abilities and the development of intelligence. *Psychological Review*, 75(3), 242–259. <https://doi.org/10.1037/h0025662>
- Hu, Y., Dolcos, S. (2017). Trait anxiety mediates the link between inferior frontal cortex volume and negative affective bias in healthy adults. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 12(5), 775–782.
- Huang, X., Voyer, D. (2017). Timing and sex effects on the “Spatial Orientation Test”: A World War II map reading test. *Spatial Cognition and Computation*, 17(4), 251–272. <https://doi.org/10.1080/13875868.2017.1319836>
- Huang, B., Hao, X., Long, S., Ding, R., Wang, J., Liu, Y., Guo, S., Lu, J., He, M., Yao, D. (2021). The benefits of music listening for induced state anxiety: behavioral and physiological evidence. *Brain Sciences*, 11(10), 1332.
- Hugdahl, K., Thomsen, T., Ersland, L. (2006). Sex differences in visuo-spatial processing: an fMRI study of mental rotation. *Neuropsychologia*, 44(9), 1575–1583. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.01.026>
- Hugon, J., Msika, E.-F., Queneau, M., Farid, K., Paquet, C. (2022). Long COVID: Cognitive complaints (brain fog) and dysfunction of the cingulate cortex. *Journal of Neurology*, 269(1), 44–46. <https://doi.org/10.1007/s00415-021-10655-x>

- Hutchison, R.M., Gallivan, J.P. (2018). Functional coupling between frontoparietal and occipitotemporal pathways during action and perception. *Cortex*, 98, 8–27. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2016.10.020>
- Huttenlocher, J., Presson, C.C. (1973). Mental rotation and the perspective problem. *Cognitive Psychology*, 4(2), 277–299. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(73\)90015-7](https://doi.org/10.1016/0010-0285(73)90015-7)
- Hutton, S.B. (2008). Cognitive control of saccadic eye movements. *Brain and Cognition*, 68(3), 327–340. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2008.08.021>
- Hyde, J.S. (2005). The gender similarities hypothesis. *American Psychologist*, 60, 581–592. <https://doi.org/10.1037/0003-066x.60.6.581>
- Hyde, J.S. (2016). Sex and cognition: Gender and cognitive functions. *Neurobiology of Sex*, 38, 53–56. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2016.02.007>
- Hyde, J.S., Linn, M.C. (1988). Gender differences in verbal ability: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 104(1), 53.
- Iaria, G., Barton, J.J.S. (2010). Developmental topographical disorientation: A newly discovered cognitive disorder. *Experimental Brain Research*, 206(2), 189–196. <https://doi.org/10.1007/s00221-010-2256-9>
- Imperatori, C., Farina, B., Adenzato, M., Valenti, E.M., Murgia, C., Marca, G.D., Brunetti, R., Fontana, E., Ardito, R.B. (2019). Default mode network alterations in individuals with high-trait-anxiety: An EEG functional connectivity study. *Journal of Affective Disorders*, 246, 611–618. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2018.12.071>
- Ince, D.A., Ecevit, A., Yıldız, M., Tugcu, A.U., Ceran, B., Tekindal, M.A., Turan, O., Tarcan, A. (2019). Evaluation of Moro reflex with an objective method in late preterm and term infants. *Early Human Development*, 129, 60–64. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2019.01.009>
- Ince, S., Steward, T., Harrison, B.J., Jamieson, A.J., Davey, C.G., Agathos, J.A., Moffat, B.A., Glarin, R.K., Felmingham, K.L. (2023). Subcortical contributions to salience network functioning during negative emotional processing. *NeuroImage*, 270, 119964. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2023.119964>
- Iordan, A.D., Cooke, K.A., Moored, K.D., Katz, B., Buschkuehl, M., Jaeggi, S.M., Polk, T.A., Peltier, S.J., Jonides, J., Reuter-Lorenz, P.A. (2020). Neural correlates of working memory training: Evidence for plasticity in older adults. *NeuroImage*, 217, 116887. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116887>
- Jacobs, L.F., Spencer, W.D. (1994). Natural Space-Use Patterns and Hippocampal Size in Kangaroo Rats. *Brain, Behavior and Evolution*, 44(3), 125–132. <https://doi.org/10.1159/000113584>
- Jagodzińska, M. (2013). *Psychologia pamięci: Badania, teorie, zastosowania*. Wydawnictwo Helion.
- Jalnapurkar, I., Allen, M., Pigott, T. (2018). Sex differences in anxiety disorders: a review. *Journal of Psychiatry Depression & Anxiety*, 4(12), 3–16. <https://doi.org/10.24966/pda-0150/100011>
- James, K.A., Stromin, J.I., Steenkamp, N., Combrinck, M.I. (2023). Understanding the relationships between physiological and psychosocial stress, cortisol and cognition. *Frontiers in Endocrinology*, 14, 1085950. <https://doi.org/10.3389/fen-2023.1085950>

- Janak, P.H., Tye, K.M. (2015). From circuits to behaviour in the amygdala. *Nature*, 517(7534), 284–292. <https://doi.org/10.1038/nature14188>
- Janicke, T., Häderer, I.K., Lajeunesse, M.J., Anthes, N. (2016). Darwinian sex roles confirmed across the animal kingdom. *Science Advances*, 2(2), e1500983. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500983>
- Jasielska, A., Kaczmarek, L., Brońska, A., Dominiak, M., Niemier, K., Patalas, D., Sokołowski, A., Tomczak, M. (2015). Związek pamięci roboczej ze strategiami regulacji emocji. *Roczniki Psychologiczne*, 18(4), 553–565.
- Jennings, G., Monaghan, A., Xue, F., Duggan, E., Romero-Ortuño, R. (2022). Comprehensive Clinical Characterisation of Brain Fog in Adults Reporting Long COVID Symptoms. *Journal of Clinical Medicine*, 11(12), 3440. <https://doi.org/10.3390/jcm11123440>
- Jha, A.P., Fabian, S.A., Aguirre, G.K. (2004). The role of prefrontal cortex in resolving distractor interference. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 4(4), 517–527. <https://doi.org/10.3758/CABN.4.4.517>
- Ji, J.L., Holmes, E.A., Blackwell, S.E. (2017). Seeing light at the end of the tunnel: Positive prospective mental imagery and optimism in depression. *Psychiatry Research*, 247, 155–162. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2016.11.025>
- Jiang, X.H., Guo, S.Y., Xu, S., Yin, Q.Z., Ohshita, Y., Naitoh, M., Horibe, Y., Hisamitsu, T. (2004). Sympathetic nervous system mediates cold stress-induced suppression of natural killer cytotoxicity in rats. *Neuroscience Letters*, 358(1), 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2003.11.075>
- Jirout, J.J., Newcombe, N.S. (2015). Building Blocks for Developing Spatial Skills: Evidence From a Large, Representative U.S. Sample. *Psychological Science*, 26(3), 302–310. <https://doi.org/10.1177/0956797614563338>
- Joëls, M., Baram, T.Z. (2009). The neuro-symphony of stress. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(6), 459–466. <https://doi.org/10.1038/nrn2632>
- Johnson, D.R., Gronlund, S.D. (2009). Individuals lower in working memory capacity are particularly vulnerable to anxiety's disruptive effect on performance. *Anxiety, Stress and Coping*, 22(2), 201–213. <https://doi.org/10.1080/10615800802291277>
- Johnson, K., Caskey, M., Rand, K., Tucker, R., Vohr, B. (2014). Gender Differences in Adult-Infant Communication in the First Months of Life. *Pediatrics*, 134(6), e1603–e1610. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-4289>
- Jones, S., Burnett, G. (2008). Spatial Ability and Learning to Program. *Human Technology: An Interdisciplinary Journal on Humans in ICT Environments*, 4(1), 47–61.
- Juslin, P.N., Sloboda, J.A. (2010). The past, present, and future of music and emotion research. W: P.N. Juslin, *Handbook of Music and Emotion: Theory, Research, Applications* (s. 933–955). <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199230143.003.0033>
- Just, M.A., Carpenter, P.A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99(1), 122–149. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.99.1.122>
- Kalat, J.W. (2020). *Biologiczne podstawy psychologii*. WN PWN.
- Kaltner, S., Jansen, P. (2014). Emotion and affect in mental imagery: Do fear and anxiety manipulate mental rotation performance? *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00792>

- Kaluve, A.M., Le, J.T., Graham, B.M. (2022). Female rodents are not more variable than male rodents: A meta-analysis of preclinical studies of fear and anxiety. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 143, 104962. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiorev.2022.104962>
- Kamp, T., Sorger, B., Benjamins, C., Hausfeld, L., Goebel, R. (2018). The prestimulus default mode network state predicts cognitive task performance levels on a mental rotation task. *Brain and Behavior*, 8(8), e01034. <https://doi.org/10.1002/brb3.1034>
- Kanai, Y., Sasagawa, S., Chen, J., Shimada, H., Sakano, Y. (2010). Interpretation Bias for Ambiguous Social Behavior Among Individuals with High and Low Levels of Social Anxiety. *Cognitive Therapy and Research*, 34(3), 229–240. <https://doi.org/10.1007/s10608-009-9273-7>
- Kane, M.J., Bleckley, M.K., Conway, A.R.A., Engle, R.W. (2001). A controlled-attention view of working-memory capacity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(2), 169–183. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.130.2.169>
- Kane, M.J., Conway, A.R.A., Hambrick, D.Z., Engle, R.W. (2008). Variation in Working Memory Capacity as Variation in Executive Attention and Control. W: A. Conway, C. Jarrold, M. Kane, A. Miyake, J. Towse (red.), *Variation in Working Memory* (1. wyd., s. 21–48). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195168648.003.0002>
- Karádi, K., Kállai, J., Kovács, B. (2001). Cognitive Subprocesses of Mental Rotation: Why is a Good Rotator Better Than a Poor One? *Perceptual and Motor Skills*, 93(2), 333–337. <https://doi.org/10.2466/pms.2001.93.2.333>
- Kaufman, S.B. (2007). Sex differences in mental rotation and spatial visualization ability: Can they be accounted for by differences in working memory capacity? *Intelligence*, 35(3), 211–223. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2006.07.009>
- Kawata, N.Y.S., Nouchi, R., Oba, K., Matsuzaki, Y., Kawashima, R. (2022). Auditory Cognitive Training Improves Brain Plasticity in Healthy Older Adults: Evidence From a Randomized Controlled Trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14, 826672. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.826672>
- Kay, L., Keogh, R., Andrillon, T., Pearson, J. (2022). The pupillary light response as a physiological index of aphantasia, sensory and phenomenological imagery strength. *eLife*, 11, e72484. <https://doi.org/10.7554/eLife.72484>
- Kell, H.J., Lubinski, D., Benbow, C.P., Steiger, J.H. (2013). Creativity and Technical Innovation: Spatial Ability's Unique Role. *Psychological Science*, 24(9), 1831–1836. <https://doi.org/10.1177/0956797613478615>
- Kenwood, M.M., Kalin, N.H., Barbas, H. (2022). The prefrontal cortex, pathological anxiety, and anxiety disorders. *Neuropsychopharmacology*, 47(1), 260–275. <https://doi.org/10.1038/s41386-021-01109-z>
- Keogh, R., Pearson, J. (2011). Mental Imagery and Visual Working Memory. *PLoS ONE*, 6(12), e29221. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029221>
- Keogh, R., Pearson, J. (2018). The blind mind: No sensory visual imagery in aphantasia. *Cortex*, 105, 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.10.012>
- Kessler, R.C., Brandenburg, N., Lane, M., Roy-Byrne, P., Stang, P.D., Stein, D.J., Wittchen, H.-U. (2005). Rethinking the duration requirement for generalized anxiety

- disorder: Evidence from the National Comorbidity Survey Replication. *Psychological Medicine*, 35(7), 1073–1082.
- Kępiński, A. (1977). *Lęk*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
- Kim, J., Gorman, J. (2005). The psychobiology of anxiety. *Clinical Neuroscience Research*, 4(5–6), 335–347. <https://doi.org/10.1016/j.cnr.2005.03.008>
- Kim, J., Irizarry, J. (2021). Evaluating the Use of Augmented Reality Technology to Improve Construction Management Student's Spatial Skills. *International Journal of Construction Education and Research*, 17(2), 99–116. <https://doi.org/10.1080/15578771.2020.1717680>
- Kirk, P.A., Robinson, O.J., Skipper, J.I. (2022). Anxiety and amygdala connectivity during movie-watching. *Neuropsychologia*, 169, 108194. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2022.108194>
- Kirschbaum, C., Diedrich, O., Gehrke, J., Wüst, S., Hellhammer, D. (1991). Cortisol and Behavior: The “Trier Mental Challenge Test” (TMCT) – First Evaluation of a New Psychological Stress Test. W: A. Ehlers, W. Fiegenbaum, I. Florin, J. Margraf (red.), *Perspectives and Promises of Clinical Psychology* (s. 67–78). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-3674-5_7
- Kirschbaum, C., Pirke, K.-M., Hellhammer, D.H. (1993). The ‘Trier Social Stress Test’ – A Tool for Investigating Psychobiological Stress Responses in a Laboratory Setting. *Neuropsychobiology*, 28(1–2), 76–81. <https://doi.org/10.1159/000119004>
- Klatzky, R.L. (1998). Allocentric and Egocentric Spatial Representations: Definitions, Distinctions, and Interconnections. W: C. Freksa, C. Habel, K.F. Wender (red.), *Spatial Cognition* (t. 1404, s. 1–17). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/3-540-69342-4_1
- Knierim, J., Kudrimoti, H., McNaughton, B. (1995). Place cells, head direction cells, and the learning of landmark stability. *The Journal of Neuroscience*, 15(3), 1648–1659. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.15-03-01648.1995>
- Knight, D.C., Waters, N.S., Bandettini, P.A. (2009). Neural substrates of explicit and implicit fear memory. *NeuroImage*, 45(1), 208–214. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.11.015>
- Knoch, D., Gianotti, L.R.R., Pascual-Leone, A., Treyer, V., Regard, M., Hohmann, M., Brugger, P. (2006). Disruption of Right Prefrontal Cortex by Low-Frequency Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Induces Risk-Taking Behavior. *Journal of Neuroscience*, 26(24), 6469–6472. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0804-06.2006>
- Koenig-Robert, R., Pearson, J. (2021). Why do imagery and perception look and feel so different? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 376(1817), 20190703. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0703>
- Königsmark, V.T., Bergmann, J., Reeder, R.R. (2021). The Ganzflicker experience: High probability of seeing vivid and complex pseudo-hallucinations with imagery but not aphantasia. *Cortex*, 141, 522–534. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2021.05.007>
- Koolhaas, J.M., De Boer, S.F., Coppens, C.M., Buwalda, B. (2010). Neuroendocrinology of coping styles: Towards understanding the biology of individual variation. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 31(3), 307–321. <https://doi.org/10.1016/j.yfrne.2010.04.001>
- Kosslyn, S.M. (1973). Scanning visual images: some structural implications. *Perception and Psychophysics*, 14(1), 90–94. <https://doi.org/10.3758/BF03198621>

- Kosslyn, S.M., Behrmann, M., Jeannerod, M. (1995). The cognitive neuroscience of mental imagery. *Neuropsychologia*, 33(11), 1335–1344. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(95\)00067-D](https://doi.org/10.1016/0028-3932(95)00067-D)
- Kosslyn, S.M., Chabris, C.F., Marsolek, C.J., Koenig, O. (1992). Categorical versus coordinate spatial relations: Computational analyses and computer simulations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(2), 562–577. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.18.2.562>
- Kosslyn, S.M., Ganis, G., Thompson, W.L. (2001). Neural foundations of imagery. *Nature Reviews Neuroscience*, 2(9), 635–642. <https://doi.org/10.1038/35090055>
- Kosslyn, S.M., Thompson, W.L. (2003). When is early visual cortex activated during visual mental imagery? *Psychological Bulletin*, 129(5), 723–746. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.129.5.723>
- Kosslyn, S.M., Thompson, W.L., Sukel, K.E., Alpert, N.M. (2005). Two types of image generation: Evidence from PET. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 5(1), 41–53. <https://doi.org/10.3758/CABN.5.1.41>
- Koster, E.H.W., Crombez, G., Verschuere, B., De Houwer, J. (2006). Attention to threat in anxiety-prone individuals: Mechanisms underlying attentional bias. *Cognitive Therapy and Research*, 30(5), 635–643. <https://doi.org/10.1007/s10608-006-9042-9>
- Koster, E.H.W., De Raedt, R., Goeleven, E., Franck, E., Crombez, G. (2005). Mood-Congruent Attentional Bias in Dysphoria: Maintained Attention to and Impaired Disengagement From Negative Information. *Emotion*, 5(4), 446–455. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.5.4.446>
- Koster, E.H.W., De Raedt, R., Verschuere, B., Tibboel, H., De Jong, P.J. (2009). Negative information enhances the attentional blink in dysphoria. *Depression and Anxiety*, 26(1), E16–E22. <https://doi.org/10.1002/da.20420>
- Kotlyar, M., Thuras, P., Hatsukami, D.K., al'Absi, M. (2017). Sex differences in physiological response to the combination of stress and smoking. *International Journal of Psychophysiology*, 118, 27–31. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2017.05.008>
- Kozhevnikov, M., Blazhenkova, O. (2013). Individual Differences in Object Versus Spatial Imagery: From Neural Correlates to Real-World Applications. W: S. Lacey, R. Lawson (red.), *Multisensory Imagery* (s. 299–318). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5879-1_16
- Kozhevnikov, M., Hegarty, M. (2001). A dissociation between object manipulation spatial ability and spatial orientation ability. *Memory and Cognition*, 29(5), 745–756. <https://doi.org/10.3758/BF03200477>
- Kozhevnikov, M., Kosslyn, S., Shephard, J. (2005). Spatial versus object visualizers: A new characterization of visual cognitive style. *Memory and Cognition*, 33(4), 710–726. <https://doi.org/10.3758/BF03195337>
- Kozhevnikov, M., Kozhevnikov, M., Yu, C.J., Blazhenkova, O. (2013). Creativity, visualization abilities, and visual cognitive style. *British Journal of Educational Psychology*, 83(2), 196–209. <https://doi.org/10.1111/bjep.12013>
- Kozhevnikov, M., Motes, M.A., Hegarty, M. (2007). Spatial Visualization in Physics Problem Solving. *Cognitive Science*, 31(4), 549–579. <https://doi.org/10.1080/15326900701399897>

- Kozhevnikov, M., Motes, M.A., Rasch, B., Blajenkova, O. (2006). Perspective-taking vs. Mental rotation transformations and how they predict spatial navigation performance. *Applied Cognitive Psychology*, 20(3), 397–417. <https://doi.org/10.1002/acp.1192>
- Krebs, J.R., Sherry, D.F., Healy, S.D., Perry, V.H., Vaccarino, A.L. (1989). Hippocampal specialization of food-storing birds. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 86(4), 1388–1392. <https://doi.org/10.1073/pnas.86.4.1388>
- Kreiman, G., Koch, C., Fried, I. (2000). Imagery neurons in the human brain. *Nature*, 408(6810), 357–361. <https://doi.org/10.1038/35042575>
- Kremmyda, O., Hüfner, K., Flanagan, V.L., Hamilton, D.A., Linn, J., Strupp, M., Jahn, K., Brandt, T. (2016). Beyond Dizziness: Virtual Navigation, Spatial Anxiety and Hippocampal Volume in Bilateral Vestibulopathy. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00139>
- Krishnan, K., Lin, Y., Prewitt, K.-R.M., Potter, D.A. (2022). Multidisciplinary Approach to Brain Fog and Related Persisting Symptoms Post COVID-19. *Journal of Health Service Psychology*, 48(1), 31–38. <https://doi.org/10.1007/s42843-022-00056-7>
- Kropff, E., Carmichael, J.E., Moser, M.-B., Moser, E.I. (2015). Speed cells in the medial entorhinal cortex. *Nature*, 523(7561), 419–424. <https://doi.org/10.1038/nature14622>
- Kudielka, B.M., Buchtal, J., Uhde, A., Wüst, S. (2007). Circadian cortisol profiles and psychological self-reports in shift workers with and without recent change in the shift rotation system. *Biological Psychology*, 74(1), 92–103. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2006.08.008>
- Kusek, M., Ciurej, I., Tokarski, K. (2019). Zmiany aktywności neuronów drobnokomórkowych jądra przykomorowego podwzgórza w trakcie reakcji stresowej. *Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej*, 73, 217–224.
- Kühn, S., Gallinat, J. (2014). Segregating cognitive functions within hippocampal formation: A quantitative meta-analysis on spatial navigation and episodic memory. *Human Brain Mapping*, 35(4), 1129–1142. <https://doi.org/10.1002/hbm.22239>
- Kühn, S., Gleich, T., Lorenz, R.C., Lindenberger, U., Gallinat, J. (2014). Playing Super Mario induces structural brain plasticity: Gray matter changes resulting from training with a commercial video game. *Molecular Psychiatry*, 19(2), 265–271. <https://doi.org/10.1038/mp.2013.120>
- Kwan, D., Carson, N., Addis, D.R., Rosenbaum, R.S. (2010). Deficits in past remembering extend to future imagining in a case of developmental amnesia. *Neuropsychologia*, 48(11), 3179–3186. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.06.011>
- Kyttälä, M., Lehto, J.E. (2008). Some factors underlying mathematical performance: The role of visuospatial working memory and non-verbal intelligence. *European Journal of Psychology of Education*, 23(1), 77–94. <https://doi.org/10.1007/BF03173141>
- Laczó, J., Andel, R., Nedelska, Z., Vyhnaek, M., Vlcek, K., Crutch, S., Harrison, J., Hort, J. (2017). Exploring the contribution of spatial navigation to cognitive functioning in older adults. *Neurobiology of Aging*, 51, 67–70. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2016.12.003>

- Ladda, A.M., Lebon, F., Lotze, M. (2021). Using motor imagery practice for improving motor performance – A review. *Brain and Cognition*, 150, 105705. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2021.105705>
- Lambiase, M.J., Kubzansky, L.D., Thurston, R.C. (2014). Prospective Study of Anxiety and Incident Stroke. *Stroke*, 45(2), 438–443. <https://doi.org/10.1161/STROKEA-HA.113.003741>
- Lang, P.J., Bradley, M.M., Cuthbert, B.N. (1999). *International affective picture system (IAPS): Instruction manual and affective ratings*. The center for research in psychophysiology, University of Florida.
- Langlois, J., Bellemare, C., Toulouse, J., Wells, G.A. (2020). Spatial Abilities Training in Anatomy Education: A Systematic Review. *Anatomical Sciences Education*, 13(1), 71–79. <https://doi.org/10.1002/ase.1873>
- Larsen, R.S., Waters, J. (2018). Neuromodulatory Correlates of Pupil Dilation. *Frontiers in Neural Circuits*, 12, 21. <https://doi.org/10.3389/fncir.2018.00021>
- Laski, E.V., Casey, B.M., Yu, Q., Dulaney, A., Heyman, M., Dearing, E. (2013). Spatial skills as a predictor of first grade girls' use of higher level arithmetic strategies. *Learning and Individual Differences*, 23, 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.08.001>
- Lauer, J.E., Esposito, A.G., Bauer, P.J. (2018). Domain-specific anxiety relates to children's math and spatial performance. *Developmental Psychology*, 54(11), 2126–2138. <https://doi.org/10.1037/dev0000605>
- Lauer, J.E., Yhang, E., Lourenco, S.F. (2019). The development of gender differences in spatial reasoning: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 145(6), 537–565. <https://doi.org/10.1037/bul0000191>
- Lawton, C.A. (1994). Gender differences in way-finding strategies: Relationship to spatial ability and spatial anxiety. *Sex Roles*, 30(11–12), 765–779. <https://doi.org/10.1007/BF01544230>
- Lawton, C.A., Kallai, J. (2002). Gender Differences in Wayfinding Strategies and Anxiety About Wayfinding: A Cross-Cultural Comparison. *Sex Roles*, 47(9/10), 389–401. <https://doi.org/10.1023/A:1021668724970>
- Lazarus, R. (1998). Uniwersalne zdarzenia poprzedzające emocje. W: P. Ekman, R.J. Davidson, *Natura emocji. Podstawowe zagadnienia* (s. 146–153). GWP.
- Lazarus, R.S. (1991). Cognition and motivation in emotion. *American Psychologist*, 46(4), 352–367. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.46.4.352>
- Le Bihan, D., Turner, R., Zeffiro, T.A., Cuénod, C.A., Jezard, P., Bonnerot, V. (1993). Activation of human primary visual cortex during visual recall: A magnetic resonance imaging study. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 90(24), 11802–11805. <https://doi.org/10.1073/pnas.90.24.11802>
- Leal, P.C., Goes, T.C., Da Silva, L.C.F., Teixeira-Silva, F. (2017). Trait vs. state anxiety in different threatening situations. *Trends in Psychiatry and Psychotherapy*, 39(3), 147–157. <https://doi.org/10.1590/2237-6089-2016-0044>
- LeDoux, J. (2007). The amygdala. *Current Biology*, 17(20), R868–R874. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2007.08.005>
- LeDoux, J.E. (2000). Emotion Circuits in the Brain. *Annual Review of Neuroscience*, 23(1), 155–184. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.23.1.155>

- LeDoux, J.E. (2009). Emotion Circuits in the Brain. *FOCUS*, 7(2), 274. <https://doi.org/10.1176/foc.7.2.foc274>
- Lee, A.C.H., Yeung, L.-K., Barense, M.D. (2012). The hippocampus and visual perception. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00091>
- Lenze, E.J., Wetherell, J.L. (2011). A lifespan view of anxiety disorders. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 13(4), 381–399. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2011.13.4/elenze>
- Lerner, J.S., Keltner, D. (2001). Fear, anger, and risk. *Journal of Personality and Social Psychology*, 81(1), 146–159. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.81.1.146>
- Lever, C., Burton, S., Jeewajee, A., O'Keefe, J., Burgess, N. (2009). Boundary Vector Cells in the Subiculum of the Hippocampal Formation. *The Journal of Neuroscience*, 29(31), 9771–9777. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1319-09.2009>
- Levine, D.N. (1996). Two visual systems in mental imagery: Dissociation of „what” and „where” in imagery disorders due to bilateral posterior cerebral lesions. *Neurocase*, 2(6), 521s–5540.
- Levine, S.C., Foley, A., Lourenco, S., Ehrlich, S., Ratliff, K. (2016). Sex differences in spatial cognition: Advancing the conversation. *WIREs Cognitive Science*, 7(2), 127–155. <https://doi.org/10.1002/wcs.1380>
- Levine, S.C., Ratliff, K.R., Huttenlocher, J., Cannon, J. (2012). Early puzzle play: A predictor of preschoolers' spatial transformation skill. *Developmental Psychology*, 48(2), 530–542. <https://doi.org/10.1037/a0025913>
- Lim, J., Dinges, D.F. (2008). Sleep Deprivation and Vigilant Attention. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1129(1), 305–322. <https://doi.org/10.1196/annals.1417.002>
- Lindberg, S.M., Hyde, J.S., Petersen, J.L., Linn, M.C. (2010). New trends in gender and mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136(6), 1123–1135. <https://doi.org/10.1037/a0021276>
- Linn, M.C., Petersen, A.C. (1985). Emergence and Characterization of Sex Differences in Spatial Ability: A Meta-Analysis. *Child Development*, 56(6), 1479. <https://doi.org/10.2307/1130467>
- Llera, S.J., Newman, M.G. (2010). Effects of worry on physiological and subjective reactivity to emotional stimuli in generalized anxiety disorder and nonanxious control participants. *Emotion*, 10(5), 640–650. <https://doi.org/10.1037/a0019351>
- LoBue, V. (2014). Deconstructing the snake: The relative roles of perception, cognition, and emotion on threat detection. *Emotion*, 14(4), 701–711. <https://doi.org/10.1037/a0035898>
- Lohman, D.F. (1979). *Spatial ability: A review and reanalysis of the correlational literature*. Stanford, CA.
- Lohman, D.F. (1988). Spatial abilities as traits, processes, and knowledge. W: R.J. Steinberg (red.), *Advances in the psychology of human intelligence*, t. 4. Erlbaum.
- Lord, T.R. (1990). Enhancing learning in the life sciences through spatial perception. *Innovative Higher Education*, 15(1), 5–16. <https://doi.org/10.1007/BF00889733>
- Lorey, B., Bischoff, M., Pilgramm, S., Stark, R., Munzert, J., Zentgraf, K. (2009). The embodied nature of motor imagery: The influence of posture and perspective.

- Experimental Brain Research*, 194(2), 233–243. <https://doi.org/10.1007/s00221-008-1693-1>
- Lotze, M., Domin, M., Gerlach, F.H., Gaser, C., Lueders, E., Schmidt, C.O., Neumann, N. (2019). Novel findings from 2,838 adult brains on sex differences in gray matter brain volume. *Scientific Reports*, 9(1), 1671. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-38239-2>
- Lourenco, S.F., Cheung, C.-N., Aulet, L.S. (2018). Is Visuospatial Reasoning Related to Early Mathematical Development? A Critical Review. W: *Heterogeneity of Function in Numerical Cognition* (s. 177–210). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811529-9.00010-8>
- Lövdén, M., Schaefer, S., Noack, H., Bodammer, N.C., Kühn, S., Heinze, H.-J., Düzel, E., Bäckman, L., Lindenberger, U. (2012). Spatial navigation training protects the hippocampus against age-related changes during early and late adulthood. *Neurobiology of Aging*, 33(3), 620.e9–620.e22. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2011.02.013>
- Lovett-Barron, M., Chen, R., Bradbury, S., Andalman, A.S., Wagle, M., Guo, S., Deisseroth, K. (2020). Multiple convergent hypothalamus–brainstem circuits drive defensive behavior. *Nature Neuroscience*, 23(8), 959–967. <https://doi.org/10.1038/s41593-020-0655-1>
- Lukasik, K.M., Waris, O., Soveri, A., Lehtonen, M., Laine, M. (2019). The Relationship of Anxiety and Stress With Working Memory Performance in a Large Non-depressed Sample. *Frontiers in Psychology*, 10, 4. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00004>
- Lupien, S.J., Maheu, F., Tu, M., Fiocco, A., Schramek, T.E. (2007). The effects of stress and stress hormones on human cognition: Implications for the field of brain and cognition. *Brain and Cognition*, 65(3), 209–237. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2007.02.007>
- Lyons, I.M., Ramirez, G., Maloney, E.A., Rendina, D.N., Levine, S.C., Beilock, S.L. (2018). Spatial anxiety: A novel questionnaire with subscales for measuring three aspects of spatial anxiety. *Journal of Numerical Cognition*, 4(3), 526–553. <https://doi.org/10.5964/jnc.v4i3.154>
- Łoś, K., Waszkiewicz, N. (2021). Biological Markers in Anxiety Disorders. *Journal of Clinical Medicine*, 10(8), 1744. <https://doi.org/10.3390/jcm10081744>
- Mackintosh, B., Mathews, A. (2003). Don't look now: Attentional avoidance of emotionally valenced cues. *Cognition and Emotion*, 17(4), 623–646. <https://doi.org/10.1080/026999303002298>
- MacLean, P.D. (1952). Some psychiatric implications of physiological studies on frontotemporal portion of limbic system (Visceral brain). *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 4(4), 407–418. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(52\)90073-4](https://doi.org/10.1016/0013-4694(52)90073-4)
- MacLeod, C., Mathews, A. (2012). Cognitive bias modification approaches to anxiety. *Annual Review of Clinical Psychology*, 8(1), 189–217. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-032511-143052>
- MacLeod, C., Mathews, A., Tata, P. (1986). Attentional bias in emotional disorders. *Journal of Abnormal Psychology*, 95(1), 15–20. <https://doi.org/10.1037/0021-843X.95.1.15>

- MacLeod, C., Rutherford, E.M. (1992). Anxiety and the selective processing of emotional information: Mediating roles of awareness, trait and state variables, and personal relevance of stimuli. *Behaviour Research and Therapy*, 30(5), 479–491.
- Magnusson, D., Endler, N.S. (1977). Interaction psychology: Present status and future prospects. W: D. Magnusson, N.S. Endler (red.), *Personality at the crossroads: Current issues in interactional psychology* (s. 3–31). Lawrence Erlbaum.
- Maguire, E.A., Mummery, C.J., Boichel, C. (2000). Patterns of hippocampal-cortical interaction dissociate temporal lobe memory subsystems. *Hippocampus*, 10(4), 475–482. [https://doi.org/10.1002/1098-1063\(2000\)10:4<475::AID-HIPO14>3.0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/1098-1063(2000)10:4<475::AID-HIPO14>3.0.CO;2-X)
- Mah, L., Szabuniewicz, C., Fiocco, A.J. (2016). Can anxiety damage the brain? *Current Opinion in Psychiatry*, 29(1), 56–63. <https://doi.org/10.1097/YCO.0000000000000223>
- Malanchini, M., Rimfeld, K., Shakeshaft, N.G., Rodic, M., Schofield, K., Selzam, S., Dale, P.S., Petrill, S.A., Kovas, Y. (2017). The genetic and environmental aetiology of spatial, mathematics and general anxiety. *Scientific Reports*, 7(1), 42218. <https://doi.org/10.1038/srep42218>
- Mallik, A., Russo F.A. (2022). The effects of music & auditory beat stimulation on anxiety: A randomized clinical trial. *PLoS ONE*, 17(3), e0259312. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259312>
- Maloney, E.A., Waechter, S., Risko, E.F., Fugelsang, J.A. (2012). Reducing the sex difference in math anxiety: The role of spatial processing ability. *Learning and Individual Differences*, 22(3), 380–384. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.01.001>
- Mammarella, N. (2011). Is there a “special relationship” between unconscious emotions and visual imagery? Evidence from a mental rotation test. *Consciousness and Cognition*, 20(2), 444–448. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2010.10.012>
- Mansell, W., Harvey, A., Watkins, E.R., Shafran, R. (2008). Cognitive Behavioral Processes Across Psychological Disorders: A Review of the Utility and Validity of the Transdiagnostic Approach. *International Journal of Cognitive Therapy*, 1(3), 181–191. <https://doi.org/10.1521/ijct.2008.1.3.181>
- Marcusson-Clavertz, D., Kjell, O.N.E., Persson, S.D., Cardena, E. (2019). Online validation of combined mood induction procedures. *PLoS ONE*, 14(6), e0217848. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217848>
- Martín-Gutiérrez, J., Fabiani, P., Benesova, W., Meneses, M.D., Mora, C.E. (2015). Augmented reality to promote collaborative and autonomous learning in higher education. *Computers in Human Behavior*, 51, 752–761. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.11.093>
- Marzillier, S., Davey, G. (2005). Anxiety and disgust: Evidence for a unidirectional relationship. *Cognition and Emotion*, 19(5), 729–750. <https://doi.org/10.1080/0269993041000436>
- Mascaro, J.S., Rentscher, K.E., Hackett, P.D., Mehl, M.R., Rilling, J.K. (2017). Child gender influences paternal behavior, language, and brain function. *Behavioral Neuroscience*, 131(3), 262–273. <https://doi.org/10.1037/bne0000199>
- Massullo, C., Carbone, G.A., Farina, B., Panno, A., Capriotti, C., Giacchini, M., Machado, S., Budde, H., Murillo-Rodríguez, E., Imperatori, C. (2020). Dysregulated brain salience within a triple network model in high trait anxiety individuals: A pilot

- EEG functional connectivity study. *International Journal of Psychophysiology*, 157, 61–69. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2020.09.002>
- Matczak, A. (2002). Różnice indywidualne w rozwoju psychicznym. W: B. Harwas-Napierała, J. Trempała (red.), *Psychologia rozwoju człowieka* (t. 3, s. 178–206). WN PWN.
- Mathews, A. (1990). Why worry? The cognitive function of anxiety. *Behaviour Research and Therapy*, 28(6), 455–468. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(90\)90132-3](https://doi.org/10.1016/0005-7967(90)90132-3)
- Mathews, A., May, J., Mogg, K., Eysenck, M. (1990). Attentional bias in anxiety: Selective search or defective filtering? *Journal of Abnormal Psychology*, 99(2), 166.
- McClure, E.B. (2000). A meta-analytic review of sex differences in facial expression processing and their development in infants, children, and adolescents. *Psychological Bulletin*, 126(3), 424–453. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.126.3.424>
- McCorry, L.K. (2007). Physiology of the Autonomic Nervous System. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 71(4), 78.
- McDonald, A.J. (1998). Cortical pathways to the mammalian amygdala. *Progress in Neurobiology*, 55(3), 257–332. [https://doi.org/10.1016/S0301-0082\(98\)00003-3](https://doi.org/10.1016/S0301-0082(98)00003-3)
- McGee, M.G. (1979). Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. *Psychological Bulletin*, 86(5), 889–918. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.86.5.889>
- McNally, R.J. (2019). Attentional bias for threat: Crisis or opportunity? *Clinical Psychology Review*, 69, 4–13. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2018.05.005>
- Mella, N., Vallet, F., Beaudoin, M., Fagot, D., Baeriswyl, M., Ballhausen, N., Méttral, G., Sauter, J., Ihle, A., Gabriel, R., Oris, M., Kliegel, M., Desrichard, O. (2020). Distinct effects of cognitive versus somatic anxiety on cognitive performance in old age: The role of working memory capacity. *Aging and Mental Health*, 24(4), 604–610. <https://doi.org/10.1080/13607863.2018.1548566>
- Melton, T.H., Croarkin, P.E., Strawn, J.R., McClintock, S.M. (2016). Comorbid Anxiety and Depressive Symptoms in Children and Adolescents: A Systematic Review and Analysis. *Journal of Psychiatric Practice*, 22(2), 84–98. <https://doi.org/10.1097/PRA.0000000000000132>
- Menon, V. (2011). Large-scale brain networks and psychopathology: A unifying triple network model. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(10), 483–506. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.08.003>
- Menon, V., D'Esposito, M. (2022). The role of PFC networks in cognitive control and executive function. *Neuropsychopharmacology*, 47(1), 90–103. <https://doi.org/10.1038/s41386-021-01152-w>
- Mercader-Rubio, I., Ángel, N.G. (2023). The Importance of Emotional Intelligence in University Athletes: Analysis of Its Relationship with Anxiety. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(5), 4224. <https://doi.org/10.3390/ijerph20054224>
- Metzger, R.L., Miller, M.L., Cohen, M., Sofka, M., Borkovec, T.D. (1990). Worry changes decision making: The effect of negative thoughts on cognitive processing. *Journal of Clinical Psychology*, 46(1), 78–88. [https://doi.org/10.1002/1097-4679\(199001\)46:1<78::AID-JCLP2270460113>3.0.CO;2-R](https://doi.org/10.1002/1097-4679(199001)46:1<78::AID-JCLP2270460113>3.0.CO;2-R)

- Michael, W.B., Guilford, J.P., Fruchter, B., Zimmerman, W.S. (1957). The Description of Spatial-Visualization Abilities. *Educational and Psychological Measurement*, 17(2), 185–199. <https://doi.org/10.1177/001316445701700202>
- Miketta, S., Friese, M. (2019). Debriefed but still troubled? About the (in)effectiveness of postexperimental debriefings after ego threat. *Journal of Personality and Social Psychology*, 117(2), 282–309. <https://doi.org/10.1037/pspa0000155>
- Miller, E.K., Cohen, J.D. (2001). An Integrative Theory of Prefrontal Cortex Function. *Annual Review of Neuroscience*, 24(1), 167–202. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.167>
- Miller, E.M. (1994). Prenatal sex hormone transfer: A reason to study opposite-sex twins. *Personality and Individual Differences*, 17(4), 511–529.
- Milner, B. (1968). Visual recognition and recall after right temporal-lobe excision in man. *Neuropsychologia*, 6(3), 191–209. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(68\)90019-5](https://doi.org/10.1016/0028-3932(68)90019-5)
- Milton, F., Fulford, J., Dance, C., Gaddum, J., Heuerman-Williamson, B., Jones, K., Knight, K.F., MacKisack, M., Winlove, C., Zeman, A. (2021). Behavioral and Neural Signatures of Visual Imagery Vividness Extremes: Aphantasia versus Hyperphantasia. *Cerebral Cortex Communications*, 2(2), tgab035. <https://doi.org/10.1093/texcom/tgab035>
- Miskovich, T.A., Pedersen, W.S., Belleau, E.L., Shollenbarger, S., Lisdahl, K.M., Larson, C.L. (2016). Cortical Gyrfication Patterns Associated with Trait Anxiety. *PLoS ONE*, 11(2), e0149434. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149434>
- Miwa, H., Watari, J., Fukui, H., Oshima, T., Tomita, T., Sakurai, J., Kondo, T., Matsumoto, T. (2011). Current understanding of pathogenesis of functional dyspepsia. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 26(s3), 53–60. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1746.2011.06633.x>
- Mix, K.S., Cheng, Y.L. (2012). The relation between space and math: Developmental and educational implications. *Advances in Child Development and Behavior*, 42, 197–243. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394388-0.00006-X>
- Mix, K.S., Levine, S.C., Cheng, Y.-L., Young, C., Hambrick, D.Z., Ping, R., Konstantopoulos, S. (2016). Separate but correlated: The latent structure of space and mathematics across development. *Journal of Experimental Psychology: General*, 145(9), 1206–1227. <https://doi.org/10.1037/xge0000182>
- Miyake, A., Friedman, N.P., Rettinger, D.A., Shah, P., Hegarty, M. (2001). How are visuospatial working memory, executive functioning, and spatial abilities related? A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(4), 621–640. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.130.4.621>
- Modi, S., Kumar, M., Kumar, P., Khushu, S. (2015). Aberrant functional connectivity of resting state networks associated with trait anxiety. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 234(1), 25–34. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2015.07.006>
- Mogg, K., Bradley, B.P. (1999). Some methodological issues in assessing attentional biases for threatening faces in anxiety: A replication study using a modified version of the probe detection task. *Behaviour Research and Therapy*, 37(6), 595–604. [https://doi.org/10.1016/S0005-7967\(98\)00158-2](https://doi.org/10.1016/S0005-7967(98)00158-2)

- Mogg, K., Bradley, B.P. (2005). Attentional bias in generalized anxiety disorder versus depressive disorder. *Cognitive Therapy and Research*, 29, 29–45. <https://doi.org/10.1007/s10608-005-1646-y>
- Mojs, E. (2010). Choroby skóry w ujęciu psychosomatycznym. *Dwumiesięcznik naukowy Uniwersytetu Medycznego*, 79(6), 483–486.
- Monzel, M., Mitchell, D., Macpherson, F., Pearson, J., Zeman, A. (2022). Proposal for a consistent definition of aphantasia and hyperphantasia: A response to Lambert and Sibley (2022) and Simner and Dance (2022). *Cortex*, 152, 74–76. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2022.04.003>
- Moore, D.S., Johnson, S.P. (2008). Mental rotation in human infants: A sex difference. *Psychological Science*, 19(11), 1063–1066. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02200.x>
- Moran, T.P. (2016). Anxiety and working memory capacity: A meta-analysis and narrative review. *Psychological Bulletin*, 142(8), 831–864. <https://doi.org/10.1037/bul0000051>
- Morina, N., Deeprose, C., Pusowski, C., Schmid, M., Holmes, E.A. (2011). Prospective mental imagery in patients with major depressive disorder or anxiety disorders. *Journal of Anxiety Disorders*, 25(8), 1032–1037. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2011.06.012>
- Moriya, J. (2018). Association between Social Anxiety and Visual Mental Imagery of Neutral Scenes: The Moderating Role of Effortful Control. *Frontiers in Psychology*, 8, 2323. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02323>
- Moriya, J., Tanno, Y. (2008). Relationships between negative emotionality and attentional control in effortful control. *Personality and Individual Differences*, 44(6), 1348–1355. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2007.12.003>
- Morris, L.W., Davis, M.A., Hutchings, C.H. (1981). Cognitive and emotional components of anxiety: Literature review and a revised worry–emotionality scale. *Journal of Educational Psychology*, 73(4), 541–555. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.73.4.541>
- Muffato, V., De Beni, R. (2020). Path Learning From Navigation in Aging: The Role of Cognitive Functioning and Wayfinding Inclinations. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14, 8. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00008>
- Müller, U.W.D., Witteman, C.L.M., Spijker, J., Alpers, G.W. (2019). All's Bad That Ends Bad: There Is a Peak-End Memory Bias in Anxiety. *Frontiers in Psychology*, 10, 1272. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01272>
- Mulligan, K., Scherer, K.R. (2012). Toward a Working Definition of Emotion. *Emotion Review*, 4(4), 345–357. <https://doi.org/10.1177/1754073912445818>
- Muris, P., Mayer, B., Lint, C.V., Hofman, S. (2008). Attentional control and psychopathological symptoms in children. *Personality and Individual Differences*, 44(7), 1495–1505. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2008.01.006>
- Murray, E.A., Wise, S.P., Graham, K.S. (2018). Representational specializations of the hippocampus in phylogenetic perspective. *Neuroscience Letters*, 680, 4–12. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2017.04.065>
- Musa, C.Z., Lépine, J.P. (2000). Cognitive aspects of social phobia: A review of theories and experimental research. *European Psychiatry*, 15(1), 59–66. [https://doi.org/10.1016/S0924-9338\(00\)00210-8](https://doi.org/10.1016/S0924-9338(00)00210-8)

- Nabi, H., Hall, M., Koskenvuo, M., Singh-Manoux, A., Oksanen, T., Suominen, S., Kivimäki, M., Vahtera, J. (2010). Psychological and Somatic Symptoms of Anxiety and Risk of Coronary Heart Disease: The Health and Social Support Prospective Cohort Study. *Biological Psychiatry*, 67(4), 378–385. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2009.07.040>
- Nanay, B. (2020). Multimodal Mental Imagery and Perceptual Justification. W: D.E. Gatzia, B. Brogaard (red.), *The Epistemology of Non-Visual Perception* (1. wyd., s. 77–98). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780190648916.003.0004>
- Newcombe, N., Bandura, M.M., Taylor, D.G. (1983). Sex differences in spatial ability and spatial activities. *Sex Roles*, 9(3), 377–386. <https://doi.org/10.1007/BF00289672>
- Nezu, A.M., Carnevale, G.J. (1987). Interpersonal problem solving and coping reactions of Vietnam veterans with posttraumatic stress disorder. *Journal of Abnormal Psychology*, 96(2), 155–157. <https://doi.org/10.1037/0021-843X.96.2.155>
- Nęcka, E., Orzechowski, J., Szymura, B., Wichary, S. (2020). *Psychologia poznawcza*. WN PWN.
- Nguyen, L., Murphy, K., Andrews, G. (2019). Cognitive and neural plasticity in old age: A systematic review of evidence from executive functions cognitive training. *Ageing Research Reviews*, 53, 100912. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2019.100912>
- Nilsson, T., Hedman, L., Ahlqvist, J. (2007). Visual-spatial ability and interpretation of three-dimensional information in radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology*, 36(2), 86–91. <https://doi.org/10.1259/dmfr/56593635>
- Nishiyama, N., Mizuhara, H., Miwakeichi, F., Yamaguchi, Y. (2002). Theta episodes observed in human scalp EEG during virtual navigation-spatial distribution and task dependence. *Proceedings of the 9th International Conference on Neural Information Processing*, 2002. ICONIP '02., 1, 428–432. <https://doi.org/10.1109/ICONIP.2002.1202206>
- Nitschke, J.B., Heller, W., Palmieri, P.A., Miller, G.A. (1999). Contrasting patterns of brain activity in anxious apprehension and anxious arousal. *Psychophysiology*, 36(5), 628–637. <https://doi.org/10.1111/1469-8986.3650628>
- Noël, X., Van Der Linden, M., d'Acremont, M., Bechara, A., Dan, B., Hanak, C., Verbanck, P. (2007). Alcohol cues increase cognitive impulsivity in individuals with alcoholism. *Psychopharmacology*, 192(2), 291–298. <https://doi.org/10.1007/s00213-006-0695-6>
- Nori, R., Palmiero, M., Bocchi, A., Piccardi, L. (2018). The enhanced cognitive interview: Could individual differences in visuo-spatial working memory explain differences in recalling an event? *Psychology, Crime and Law*, 24(10), 998–1015. <https://doi.org/10.1080/1068316X.2018.1479751>
- Nori, R., Zucchelli, M.M., Palmiero, M., Piccardi, L. (2023). Environmental cognitive load and spatial anxiety: What matters in navigation? *Journal of Environmental Psychology*, 88, 102032. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2023.102032>
- Nuevo, R., Montorio, I., Cabrera, I., Márquez, M., Izal, M. (2015). Differential effectiveness of two anxiety induction procedures in youth and older adult populations. [Eficacia diferencial de dos procedimientos de inducción de la ansiedad en

- poblaciones de jóvenes y adultos]. *Anales de Psicología*, 31(1), 28–36. <https://doi.org/10.6018/analesps.31.1.162281>
- Núñez-Peña, M.I., González-Gómez, B., Colomé, À. (2019). Spatial processing in a mental rotation task: Differences between high and low math-anxiety individuals. *Biological Psychology*, 146, 107727. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2019.107727>
- Oberauer, K. (2002). Access to information in working memory: Exploring the focus of attention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 28(3), 411–421. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.28.3.411>
- Oberauer, K. (2009). Design for a Working Memory. W: *Psychology of Learning and Motivation* (t. 51, s. 45–100). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(09\)51002-X](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(09)51002-X)
- Oberauer, K., Kliegl, R. (2006). A formal model of capacity limits in working memory. *Journal of Memory and Language*, 55(4), 601–626. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2006.08.009>
- Oberauer, K., Süß, H.-M., Wilhelm, O., Wittman, W.W. (2003). The multiple faces of working memory. *Intelligence*, 31(2), 167–193. [https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(02\)00115-0](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(02)00115-0)
- Oberauer, K., Süß, H.-M., Wilhelm, O., Wittmann, W.W. (2008). Which working memory functions predict intelligence? *Intelligence*, 36(6), 641–652. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2008.01.007>
- Ochsner, K.N., Phelps, E. (2007). Emerging perspectives on emotion–cognition interactions. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(8), 317–318. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.06.008>
- Öhman, A. (2005). The role of the amygdala in human fear: automatic detection of threat. *Psychoneuroendocrinology*, 30(10), 953–958. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2005.03.019>
- Öhman, A. (2008). Fear and anxiety: Overlaps and dissociations. W: M. Lewis, J.M. Haviland-Jones, L.F. Barrett, *Handbook of emotions* (s. 709–728). The Guilford Press.
- Öhman, A., Flykt, A., Esteves, F. (2001). Emotion drives attention: Detecting the snake in the grass. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(3), 466–478. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.130.3.466>
- O'Keefe, J. (1976). Place units in the hippocampus of the freely moving rat. *Experimental Neurology*, 51(1), 78–109. [https://doi.org/10.1016/0014-4886\(76\)90055-8](https://doi.org/10.1016/0014-4886(76)90055-8)
- O'Keefe, J., Dostrovsky, J. (1971). The hippocampus as a spatial map. Preliminary evidence from unit activity in the freely-moving rat. *Brain Research*, 34(1), 171–175. [https://doi.org/10.1016/0006-8993\(71\)90358-1](https://doi.org/10.1016/0006-8993(71)90358-1)
- O'Keefe, J., Nadel, L. (1978). *The hippocampus as a cognitive map*. Clarendon Press, Oxford University Press.
- Olatunji, B.O., Naragon-Gainey, K., Wolitzky-Taylor, K.B. (2013). Specificity of Rumination in Anxiety and Depression: A Multimodal Meta-Analysis. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 20(3), 225–257. <https://doi.org/10.1111/cpsp.12037>
- Orion, N., Ben-Chaim, D., Kali, Y. (1997). Relationship Between Earth-Science Education and Spatial Visualization. *Journal of Geoscience Education*, 45(2), 129–132. <https://doi.org/10.5408/1089-9995-45.2.129>

- Oshiyama, C., Sutoh, C., Miwa, H., Okabayashi, S., Hamada, H., Matsuzawa, D., Hirano, Y., Takahashi, T., Niwa, S., Honda, M., Sakatsume, K., Nishimura, T., Shimizu, E. (2018). Gender-specific associations of depression and anxiety symptoms with mental rotation. *Journal of Affective Disorders*, 235, 277–284. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2018.04.006>
- Østby, Y., Walhovd, K.B., Tamnes, C.K., Grydeland, H., Westlye, L.T., Fjell, A.M. (2012). Mental time travel and default-mode network functional connectivity in the developing brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(42), 16800–16804. <https://doi.org/10.1073/pnas.1210627109>
- O'Toole, L., Dennis, T.A. (2012). Attention training and the threat bias: An ERP study. *Brain and Cognition*, 78(1), 63–73. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2011.10.007>
- Ouaknin, S.R.S. (2016). Anxiety as a Risk Factor for Cardiovascular Diseases. *Frontiers in Psychiatry*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2016.00025>
- Owens, M., Stevenson, J., Hadwin, J.A., Norgate, R. (2014). When does anxiety help or hinder cognitive test performance? The role of working memory capacity. *British Journal of Psychology*, 105(1), 92–101. <https://doi.org/10.1111/bjop.12009>
- Padgett, D.A., Glaser, R. (2003). How stress influences the immune response. *Trends in Immunology*, 24(8), 444–448. [https://doi.org/10.1016/s1471-4906\(03\)00173-x](https://doi.org/10.1016/s1471-4906(03)00173-x)
- Paivio, A. (1971). Imagery and language. W: *Imagery* (s. 7–32). Academic Press.
- Palmiero, M., Piccardi, L., Giancola, M., Nori, R., D'Amico, S., Olivetti Belardinelli, M. (2019). The format of mental imagery: From a critical review to an integrated embodied representation approach. *Cognitive Processing*, 20(3), 277–289. <https://doi.org/10.1007/s10339-019-00908-z>
- Paradiso, S., Johnson, D.L., Andreasen, N.C., O'Leary, D.S., Watkins, G.L., Boles Ponto, L.L., Hichwa, R.D. (1999). Cerebral Blood Flow Changes Associated With Attribution of Emotional Valence to Pleasant, Unpleasant, and Neutral Visual Stimuli in a PET Study of Normal Subjects. *American Journal of Psychiatry*, 156(10), 1618–1629. <https://doi.org/10.1176/ajp.156.10.1618>
- Park, J., Moghaddam, B. (2017). Impact of anxiety on prefrontal cortex encoding of cognitive flexibility. *Neuroscience*, 345, 193–202. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2016.06.013>
- Paulus, M.P., Stein, M.B. (2006). An Insular View of Anxiety. *Biological Psychiatry*, 60(4), 383–387. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2006.03.042>
- Payne, H.L., Lynch, G.F., Aronov, D. (2021). Neural representations of space in the hippocampus of a food-caching bird. *Science*, 373(6552), 343–348. <https://doi.org/10.1126/science.abg2009>
- Pearson, J. (2019). The human imagination: The cognitive neuroscience of visual mental imagery. *Nature Reviews Neuroscience*, 20(10), 624–634. <https://doi.org/10.1038/s41583-019-0202-9>
- Pearson, J., Kosslyn, S.M. (2015). The heterogeneity of mental representation: Ending the imagery debate. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(33), 10089–10092. <https://doi.org/10.1073/pnas.1504933112>
- Pearson, J., Naselaris, T., Holmes, E.A., Kosslyn, S.M. (2015). Mental Imagery: Functional Mechanisms and Clinical Applications. *Trends in Cognitive Sciences*, 19(10), 590–602. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2015.08.003>

- Peckham, A.D., McHugh, R.K., Otto, M.W. (2010). A meta-analysis of the magnitude of biased attention in depression. *Depression and Anxiety*, 27(12), 1135–1142. <https://doi.org/10.1002/da.20755>
- Pennington, C.R., Heim, D., Levy, A.R., Larkin, D.T. (2016). Twenty Years of Stereotype Threat Research: A Review of Psychological Mediators. *PLoS ONE*, 11(1), e0146487. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146487>
- Peretz, C., Korczyn, A.D., Shatil, E., Aharonson, V., Birnboim, S., Giladi, N. (2011). Computer-Based, Personalized Cognitive Training versus Classical Computer Games: A Randomized Double-Blind Prospective Trial of Cognitive Stimulation. *Neuroepidemiology*, 36(2), 91–99. <https://doi.org/10.1159/000323950>
- Pérez-Fabello, M.J., Campos, A., Campos-Juanatey, D. (2016). Is object imagery central to artistic performance? *Thinking Skills and Creativity*, 21, 67–74. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2016.05.006>
- Pérez-Fabello, M.J., Campos, A., Felisberti, F.M. (2018). Object-spatial imagery in fine arts, psychology, and engineering. *Thinking Skills and Creativity*, 27, 131–138. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.12.005>
- Peterman, J.S., Carper, M.M., Elkins, R.M., Comer, J.S., Pincus, D.B., Kendall, P.C. (2016). The effects of cognitive-behavioral therapy for youth anxiety on sleep problems. *Journal of Anxiety Disorders*, 37, 78–88. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2015.11.006>
- Phelps, E.A., Ling, S., Carrasco, M. (2006). Emotion Facilitates Perception and Potentiates the Perceptual Benefits of Attention. *Psychological Science*, 17(4), 292–299. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01701.x>
- Pietsch, S., Jansen, P. (2012). Different mental rotation performance in students of music, sport and education. *Learning and Individual Differences*, 22(1), 159–163. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.11.012>
- Pishyar, R., Harris, L.M., Menzies, R.G. (2004). Attentional bias for words and faces in social anxiety. *Anxiety Stress and Coping*, 17, 23–36. <https://doi.org/10.1080/10615800310001601458>
- Pishyar, R., Harris, L.M., Menzies, R.G. (2008). Responsiveness of measures of attentional bias to clinical change in social phobia. *Cognition and Emotion*, 22(7), 1209–1227. <https://doi.org/10.1080/02699930701686008>
- Pittalis, M., Christou, C. (2010). Types of reasoning in 3D geometry thinking and their relation with spatial ability. *Educational Studies in Mathematics*, 75(2), 191–212. <https://doi.org/10.1007/s10649-010-9251-8>
- Pitta-Pantazi, D., Sophocleous, P., Christou, C. (2013). Spatial visualizers, object visualizers and verbalizers: Their mathematical creative abilities. *ZDM*, 45(2), 199–213. <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0475-1>
- Pletzer, B., Steinbeisser, J., Van Laak, L., Harris, T. (2019). Beyond Biological Sex: Interactive Effects of Gender Role and Sex Hormones on Spatial Abilities. *Frontiers in Neuroscience*, 13, 675. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00675>
- Plutchik, R. (1982). A psychoevolutionary theory of emotions. *Social Science Information*, 21(4–5), 529–553. <https://doi.org/10.1177/053901882021004003>
- Posner, M.I., Petersen, S.E. (1990). The Attention System of the Human Brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13(1), 25–42. <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.030190.000325>

- Potter, C., Van Der Merwe, E. (2003). Perception, imagery, visualization and engineering graphics. *European Journal of Engineering Education*, 28(1), 117–133. <https://doi.org/10.1080/0304379031000065216>
- Potvin, O., Catheline, G., Bernard, Ch., Meillon, C., Bergua, V., Allard, M., Dargtues, J., Chauveau, N., Celsis, P., Amieva, H. (2015). Gray matter characteristics associated with trait anxiety in older adults are moderated by depression. *International Psychogeriatrics*, 27(11), 1813–1824.
- Pourtois, G., Schettino, A., Vuilleumier, P. (2013). Brain mechanisms for emotional influences on perception and attention: What is magic and what is not. *Biological Psychology*, 92(3), 492–512. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2012.02.007>
- Powell, V.D., Macleod, C., Sussman, J., Lin, L.A., Bohnert, A.S.B., Lagisetty, P. (2023). Variation in Clinical Characteristics and Longitudinal Outcomes in Individuals with Opioid Use Disorder Diagnosis Codes. *Journal of General Internal Medicine*, 38(3), 699–706. <https://doi.org/10.1007/s11606-022-07732-w>
- Power, M., Dalgleish, T. (2015). *Cognition and Emotion: From order to disorder* (3. wyd.). Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9781315708744>
- Pruden, S.M., Levine, S.C. (2017). Parents' Spatial Language Mediates a Sex Difference in Preschoolers' Spatial-Language Use. *Psychological Science*, 28(11), 1583–1596. <https://doi.org/10.1177/0956797617711968>
- Pruden, S.M., Levine, S.C., Huttenlocher, J. (2011). Children's spatial thinking: Does talk about the spatial world matter?: Children's spatial thinking. *Developmental Science*, 14(6), 1417–1430. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2011.01088.x>
- Przystańska, A., Jasielska, A., Ziarko, M., Pobudek-Radzikowska, M., Maciejewska-Szaniec, Z., Prylińska-Czyżewska, A., Wierzbik-Strońska, M., Gorajska, M., Czajka-Jakubowska, A. (2019). Psychosocial Predictors of Bruxism. *BioMed Research International*, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2019/2069716>
- Quaiser-Pohl, C., Geiser, C., Lehmann, W. (2006). The relationship between computer-game preference, gender, and mental-rotation ability. *Personality and Individual Differences*, 40(3), 609–619. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2005.07.015>
- Quigley, L., Nelson, A.L., Carriere, J., Smilek, D., Purdon, C. (2012). The effects of trait and state anxiety on attention to emotional images: An eye-tracking study. *Cognition and Emotion*, 26(8), 1390–1411. <https://doi.org/10.1080/02699931.2012.662892>
- Raichle, M.E. (2015). The Brain's Default Mode Network. *Annual Review of Neuroscience*, 38(1), 433–447. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-071013-014030>
- Raichle, M.E., Snyder, A.Z. (2007). A default mode of brain function: A brief history of an evolving idea. *NeuroImage*, 37(4), 1083–1090. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.02.041>
- Ralph, Y.K., Berinhout, K., Maguire, M.J. (2021). Gender differences in mothers' spatial language use and children's mental rotation abilities in Preschool and Kindergarten. *Developmental Science*, 24(2), e13037. <https://doi.org/10.1111/desc.13037>
- Ramani, G.B., Siegler, R.S. (2008). Promoting Broad and Stable Improvements in Low-Income Children's Numerical Knowledge Through Playing Number Board Games. *Child Development*, 79(2), 375–394. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01131.x>

- Ramirez, G., Gunderson, E.A., Levine, S.C., Beilock, S.L. (2012). Spatial Anxiety Relates to Spatial Abilities as a Function of Working Memory in Children. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65(3), 474–487. <https://doi.org/10.1080/17470218.2011.616214>
- Ramirez, G., Gunderson, E.A., Levine, S.C., Beilock, S.L. (2013). Math Anxiety, Working Memory, and Math Achievement in Early Elementary School. *Journal of Cognition and Development*, 14(2), 187–202. <https://doi.org/10.1080/15248372.2012.664593>
- Ranganath, C., D'Esposito, M. (2005). Directing the mind's eye: Prefrontal, inferior and medial temporal mechanisms for visual working memory. *Current Opinion in Neurobiology*, 15(2), 175–182. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2005.03.017>
- Rapee, R.M., Heimberg, R.G. (1997). A cognitive-behavioral model of anxiety in social phobia. *Behaviour Research and Therapy*, 35(8), 741–756. [https://doi.org/10.1016/S0005-7967\(97\)00022-3](https://doi.org/10.1016/S0005-7967(97)00022-3)
- Raslear, T.G., Hursh, S.R., Van Dongen, H.P.A. (2011). Predicting cognitive impairment and accident risk. W: *Progress in Brain Research* (t. 190, s. 155–167). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53817-8.00010-4>
- Rauch, S.L., Shin, L.M., Phelps, E.A. (2006). Neurocircuitry Models of Posttraumatic Stress Disorder and Extinction: Human Neuroimaging Research – Past, Present, and Future. *Biological Psychiatry*, 60(4), 376–382. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2006.06.004>
- Reboreda, J.C., Clayton, N.S., Kacelnik, A. (1996). Species and sex differences in hippocampus size in parasitic and non-parasitic cowbirds. *Neuroreport*, 7(2), 505–508.
- Reddy, L., Tsuchiya, N., Serre, T. (2010). Reading the mind's eye: Decoding category information during mental imagery. *NeuroImage*, 50(2), 818–825. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.11.084>
- Ree, M.J., French, D., MacLeod, C., Locke, V. (2008). Distinguishing Cognitive and Somatic Dimensions of State and Trait Anxiety: Development and Validation of the State-Trait Inventory for Cognitive and Somatic Anxiety (STICSA). *Behavioural and Cognitive Psychotherapy*, 36(03).
- Rehkämper, G., Haase, E., Frahm, H.D. (1988). Allometric Comparison of Brain Weight and Brain Structure Volumes in Different Breeds of the Domestic Pigeon, *Columba livia* f.d. (Fantails, Homing Pigeons, Strassers). *Brain, Behavior and Evolution*, 31(3), 141–149. <https://doi.org/10.1159/000116581>
- Reimer, S.G., Moscovitch, D.A. (2015). The impact of imagery rescripting on memory appraisals and core beliefs in social anxiety disorder. *Behaviour Research and Therapy*, 75, 48–59. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2015.10.007>
- Richards, H.J., Benson, V., Donnelly, N., Hadwin, J.A. (2014). Exploring the function of selective attention and hypervigilance for threat in anxiety. *Clinical Psychology Review*, 34(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2013.10.006>
- Richardson, A. (1977). Verbalizer-visualizer: a cognitive style dimension. *Journal of Mental Imagery*, 1(1), 109–125.
- Richardson, A.E., VanderKaay Tomasulo, M.M. (2011). Influence of acute stress on spatial tasks in humans. *Physiology and Behavior*, 103(5), 459–466. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2011.03.019>

- Richardson, D.C., Altmann, G.T.M., Spivey, M.J., Hoover, M.A. (2009). Much ado about eye movements to nothing: A response to Ferreira et al.: Taking a new look at looking at nothing. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(6), 235–236. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2009.02.006>
- Ridderinkhof, K.R., Brass, M. (2015). How Kinesthetic Motor Imagery works: A predictive-processing theory of visualization in sports and motor expertise. *Journal of Physiology-Paris*, 109(1–3), 53–63. <https://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2015.02.003>
- Rith-Najarian, L.R., McLaughlin, K.A., Sheridan, M.A., Nock, M.K. (2014). The biopsychosocial model of stress in adolescence: Self-awareness of performance versus stress reactivity. *Stress*, 17(2), 193–203. <https://doi.org/10.3109/10253890.2014.891102>
- Robichaud, M., Koerner, N., Dugas, M.J. (2019). *Cognitive Behavioral Treatment for Generalized Anxiety Disorder: From Science to Practice* (2. wyd.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315709741>
- Roca, J., Fuentes, L.J., Marotta, A., López-Ramón, M.-F., Castro, C., Lupiáñez, J., Martella, D. (2012). The effects of sleep deprivation on the attentional functions and vigilance. *Acta Psychologica*, 140(2), 164–176. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2012.03.007>
- Roca-González, C., Martín Gutierrez, J., García-Dominguez, M., Mato Carrodeguas, M.D.C. (2016). Virtual Technologies to Develop Visual-Spatial Ability in Engineering Students. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(2). <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00625a>
- Rogers, D., Murphy, E., Winders, S.J., Greene, C. (2020). *Attentional Bias Components in Anxiety and Depression: A Systematic Review*. 10.31234/osf.io/2twux
- Rogister, F., Pottier, L., El Haddadi, I., Monseur, J., Donneau, A.-F., Diep, A.N., Camby, S., Defaweux, V., Bonnet, P., Tombu, S., Lefebvre, P., Poirrier, A.-L. (2022). Use of Vandenberg and Kuse Mental Rotation Test to Predict Practical Performance of Sinus Endoscopy. *Ear, Nose and Throat Journal*, 101(2_suppl), 24S–30S. <https://doi.org/10.1177/01455613211000599>
- Rohde, P., Clarke, G.N., Lewinsohn, P.M., Seeley, J.R., Kaufman, N.K. (2001). Impact of Comorbidity on a Cognitive-Behavioral Group Treatment for Adolescent Depression. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 40(7), 795–802. <https://doi.org/10.1097/00004583-200107000-00014>
- Rolls, E.T. (2015). Limbic systems for emotion and for memory, but no single limbic system. *Cortex*, 62, 119–157. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2013.12.005>
- Rolls, E.T. (2019). The cingulate cortex and limbic systems for emotion, action, and memory. *Brain Structure and Function*, 224(9), 3001–3018. <https://doi.org/10.1007/s00429-019-01945-2>
- Rosenberg, H.S. (1987). Visual Artists and Imagery. *Imagination, Cognition and Personality*, 7(1), 77–93. <https://doi.org/10.2190/AVJ5-N24B-P7MC-HR4R>
- Ruotolo, F., Claessen, M.H.G., Van Der Ham, I.J.M. (2019). Putting emotions in routes: The influence of emotionally laden landmarks on spatial memory. *Psychological Research*, 83(5), 1083–1095. <https://doi.org/10.1007/s00426-018-1015-6>

- Ryan, B.C., Vandenbergh, J.G. (2002). Intrauterine position effects. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 26(6), 665–678.
- Sack, A.T., Sperling, J.M., Prvulovic, D., Formisano, E., Goebel, R., Di Salle, F., Dierks, T., Linden, D.E.J. (2002). Tracking the Mind's Image in the Brain II. *Neuron*, 35(1), 195–204. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(02\)00745-6](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(02)00745-6)
- Sadoski, M., Paivio, A. (2004). A Dual Coding Theoretical Model of Reading. W: R.B. Ruddell, N.J. Unrau (red.), *Theoretical Models and Processes of Reading* (5. wyd., t. 1, s. 1329–1362). International Reading Association.
- Sadowski, B. (2022). *Biologiczne podstawy zachowania się ludzi i zwierząt*. WN PWN.
- Sah, P., Faber, E.S.L., Lopez De Armentia, M., Power, J. (2003). The Amygdaloid Complex: Anatomy and Physiology. *Physiological Reviews*, 83(3), 803–834. <https://doi.org/10.1152/physrev.00002.2003>
- Saha, S., Lim, C.C.W., Cannon, D.L., Burton, L., Bremner, M., Cosgrove, P., Huo, Y., McGrath, J. (2021). Co-morbidity between mood and anxiety disorders: A systematic review and meta-analysis. *Depression and Anxiety*, 38(3), 286–306. <https://doi.org/10.1002/da.23113>
- Saj, A., Cojan, Y., Musel, B., Honoré, J., Borel, L., Vuilleumier, P. (2014). Functional neuro-anatomy of egocentric versus allocentric space representation. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 44(1), 33–40. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2013.10.135>
- Salthouse, T.A. (1990). Working memory as a processing resource in cognitive aging. *Developmental Review*, 10(1), 101–124. [https://doi.org/10.1016/0273-2297\(90\)90006-P](https://doi.org/10.1016/0273-2297(90)90006-P)
- Sapolsky, R.M. (2000). How Do Glucocorticoids Influence Stress Responses? Integrating Permissive, Suppressive, Stimulatory, and Preparative Actions. *Endocrine Reviews*, 21(1), 55–89.
- Sapolsky R.M. (2010). Stress, health and social behavior. W: M.D. Breed, J. Moore (red.), *Encyclopedia of Animal Behavior* (s. 350–357). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-045337-8.00277-1>
- Sara, S.J., Bouret, S. (2012). Orienting and Reorienting: The Locus Coeruleus Mediates Cognition through Arousal. *Neuron*, 76(1), 130–141. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.09.011>
- Sarason, I.G. (1988). Anxiety, self-preoccupation and attention. *Anxiety Research*, 1(1), 3–7. <https://doi.org/10.1080/10615808808248215>
- Sargolini, F., Fyhn, M., Hafting, T., McNaughton, B.L., Witter, M.P., Moser, M.-B., Moser, E.I. (2006). Conjunctive Representation of Position, Direction, and Velocity in Entorhinal Cortex. *Science*, 312(5774), 758–762. <https://doi.org/10.1126/science.1125572>
- Sari, B.A., Koster, E.H.W., Derakshan, N. (2017). The effects of active worrying on working memory capacity. *Cognition and Emotion*, 31(5), 995–1003. <https://doi.org/10.1080/02699931.2016.1170668>
- Satterfield, B.C., Wisor, J.P., Field, S.A., Schmidt, M.A., Van Dongen, H.P.A. (2015). TNFα G308A polymorphism is associated with resilience to sleep deprivation-induced psychomotor vigilance performance impairment in healthy young adults. *Brain, Behavior, and Immunity*, 47, 66–74. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2014.12.009>

- Saviola, F., Pappaiani, E., Monti, A., Grecucci, A., Jovicich, J., De Pisapia, N. (2020). Trait and state anxiety are mapped differently in the human brain. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68008-z>
- Schiffman, H.N.J. (2009). Comparing Mental Imagery across the Sensory Modalities. *Imagination, Cognition and Personality*, 28(4), 371–388. <https://doi.org/10.2190/IC.28.4.g>
- Schimmelpfennig, J., Topczewski, J., Zajkowski, W., Jankowiak-Siuda, K. (2023). The role of the salience network in cognitive and affective deficits. *Frontiers in Human Neuroscience*, 17, 1133367. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2023.1133367>
- Schmeichel, B.J., Demaree, H.A. (2010). Working memory capacity and spontaneous emotion regulation: High capacity predicts self-enhancement in response to negative feedback. *Emotion*, 10(5), 739–744. <https://doi.org/10.1037/a0019355>
- Schmukle, S.C. (2005). Unreliability of the dot probe task. *European Journal of Personality*, 19(7), 595–605. <https://doi.org/10.1002/per.554>
- Schultheiss, O.C., Wirth, M.M., Torges, C.M., Pang, J.S., Villacorta, M.A., Welsh, K.M. (2005). Effects of implicit power motivation on men's and women's implicit learning and testosterone changes after social victory or defeat. *Journal of Personality and Social Psychology*, 88(1), 174–188. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.88.1.174>
- Schwartz, G.E., Davidson, R.J., Goleman, D.J. (1978). Patterning of Cognitive and Somatic Processes in the Self-Regulation of Anxiety: Effects of Meditation versus Exercise. *Psychosomatic Medicine*, 40(4), 321–328. <https://doi.org/10.1097/00006842-197806000-00004>
- Schwarz, L.A., Luo, L. (2015). Organization of the Locus Coeruleus-Norepinephrine System. *Current Biology*, 25(21), R1051–R1056. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.09.039>
- Scoville, W.B., Milner, B. (1957). Loss of Recent Memory After Bilateral Hippocampal Lesions. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 20(1), 11–21. <https://doi.org/10.1136/jnnp.20.1.11>
- Segal, S.J., Fusella, V. (1970). Influence of imaged pictures and sounds on detection of visual and auditory signals. *Journal of Experimental Psychology*, 83(3, Pt.1), 458–464. <https://doi.org/10.1037/h0028840>
- Selye, H. (1955). Stress and Disease. *Science*, 122(3171), 625–631. <https://doi.org/10.1126/science.122.3171.625>
- Shackman, A.J., Stockbridge, M.D., Tillman, R.M., Kaplan, C.M., Tromp, D.P.M., Fox, A.S., Gamer, M. (2016). The Neurobiology of Dispositional Negativity and Attentional Biases to Threat: Implications for Understanding Anxiety Disorders in Adults and Youth. *Journal of Experimental Psychopathology*, 7(3), 311–342. <https://doi.org/10.5127/jep.054015>
- Shah, P., Miyake, A. (1996). The separability of working memory resources for spatial thinking and language processing: an individual differences approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 125(1), 4–27. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.125.1.4>
- Shechner, T., Britton, J.C., Pérez-Edgar, K., Bar-Haim, Y., Ernst, M., Fox, N.A., Leibenluft, E., Pine, D.S. (2012). Attention biases, anxiety, and development: Toward or

- away from threats or rewards? *Depression and Anxiety*, 29(4), 282–294. <https://doi.org/10.1002/da.20914>
- Sheena, M.K., Jimmy, J., Burkhouse, K.L., Klumpp, H. (2021). Anterior cingulate cortex activity during attentional control corresponds with rumination in depression and social anxiety. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 317, 111385. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2021.111385>
- Shepard, R.N., Hurwitz, S. (1984). Upward direction, mental rotation, and discrimination of left and right turns in maps. *Cognition*, 18(1–3), 161–193. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(84\)90024-6](https://doi.org/10.1016/0010-0277(84)90024-6)
- Shepard, R.N., Metzler, J. (1971). Mental Rotation of Three-Dimensional Objects. *Science*, 171(3972), 701–703. <https://doi.org/10.1126/science.171.3972.701>
- Shin, L.M., Bush, G., Whalen, P.J., Handwerker, K., Cannistraro, P.A., Wright, C.I., Martis, B., Macklin, M.L., Lasko, N.B., Orr, S.P., Pitman, R.K., Rauch, S.L. (2007). Dorsal anterior cingulate function in posttraumatic stress disorder. *Journal of Traumatic Stress*, 20(5), 701–712. <https://doi.org/10.1002/jts.20231>
- Shulman, G.L., Corbetta, M., Buckner, R.L., Fiez, J.A., Miezin, F.M., Raichle, M.E., Petersen, S.E. (1997). Common Blood Flow Changes across Visual Tasks: I. Increases in Subcortical Structures and Cerebellum but Not in Nonvisual Cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9(5), 624–647. <https://doi.org/10.1162/jocn.1997.9.5.624>
- Sibrava, N.J., Borkovec, T.D. (2006). The Cognitive Avoidance Theory of Worry. W: G.C.L. Davey, A. Wells (red.), *Worry and its Psychological Disorders* (1. wyd., s. 239–256). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9780470713143.ch14>
- Siegle, G.J., Thompson, W., Carter, C.S., Steinhauer, S.R., Thase, M.E. (2007). Increased Amygdala and Decreased Dorsolateral Prefrontal BOLD Responses in Unipolar Depression: Related and Independent Features. *Biological Psychiatry*, 61(2), 198–209. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2006.05.048>
- Silverman, I., Eals, M. (1992). Sex differences in spatial abilities: Evolutionary theory and data. W: J.H. Barkow, L. Cosmides, J. Tooby (red.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture* (s. 533–549). Oxford University Press.
- Silverman, I., Kastuk, D., Choi, J., Phillips, K. (1999). Testosterone levels and spatial ability in men. *Psychoneuroendocrinology*, 24(8), 813–822. [https://doi.org/10.1016/S0306-4530\(99\)00031-1](https://doi.org/10.1016/S0306-4530(99)00031-1)
- Siman-Tov, T., Papo, D., Gadoth, N., Schonberg, T., Mendelsohn, A., Perry, D., Hendler, T. (2009). Mind Your Left: Spatial Bias in Subcortical Fear Processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(9), 1782–1789. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21120>
- Simmons, A., Matthews, S.C., Feinstein, J.S., Hitchcock, C., Paulus, M.P., Stein, M.B. (2008). Anxiety vulnerability is associated with altered anterior cingulate response to an affective appraisal task. *NeuroReport*, 19(10), 1033–1037. <https://doi.org/10.1097/WNR.0b013e328305b722>
- Simonsmeier, B.A., Andronie, M., Buecker, S., Frank, C. (2021). The effects of imagery interventions in sports: A meta-analysis. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 14(1), 186–207. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2020.1780627>

- Singer, T., Critchley, H.D., Preuschoff, K. (2009). A common role of insula in feelings, empathy and uncertainty. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(8), 334–340. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2009.05.001>
- Skottnik, L., Linden, D.E.J. (2019). Mental Imagery and Brain Regulation – New Links Between Psychotherapy and Neuroscience. *Frontiers in Psychiatry*, 10, 779. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2019.00779>
- Sladky, R., Baldinger, P., Kranz, G.S., Tröstl, J., Höflich, A., Lanzenberger, R., Moser, E., Windischberger, C. (2013). High-resolution functional MRI of the human amygdala at 7T. *European Journal of Radiology*, 82(5), 728–733. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2011.09.025>
- Sluming, V., Brooks, J., Howard, M., Downes, J.J., Roberts, N. (2007). Broca's Area Supports Enhanced Visuospatial Cognition in Orchestral Musicians. *The Journal of Neuroscience*, 27(14), 3799–3806. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0147-07.2007>
- Sorby, S., Veurink, N., Streiner, S. (2018). Does spatial skills instruction improve STEM outcomes? The answer is 'yes'. *Learning and Individual Differences*, 67, 209–222. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.09.001>
- Spampinato, M.V., Wood, J.N., De Simone, V., Grafman, J. (2009). Neural Correlates of Anxiety in Healthy Volunteers: A Voxel-Based Morphometry Study. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 21(2), 199–205. <https://doi.org/10.1176/jnp.2009.21.2.199>
- Spielberger, C.D. (1966). Theory and Research on Anxiety. W: *Anxiety and Behavior* (s. 3–20). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4832-3131-0.50006-8>
- Spielberger, C.D., Reheiser, E.C., Sydeman, S.J. (1995). Measuring the Experience, Expression, and Control of Anger. *Issues in Comprehensive Pediatric Nursing*, 18(3), 207–232. <https://doi.org/10.3109/01460869509087271>
- Sramek, J.J., Murphy, M.F., Cutler, N.R. (2016). Sex differences in the psychopharmacological treatment of depression. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 18(4), 447–457. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2016.18.4/ncutler>
- Steinfurth, E.C.K., Kanen, J.W., Raio, C.M., Clem, R.L., Haganir, R.L., Phelps, E.A. (2014). Young and old Pavlovian fear memories can be modified with extinction training during reconsolidation in humans. *Learning and Memory*, 21(7), 338–341. <https://doi.org/10.1101/lm.033589.113>
- Stenson, A.R., Whitney, P., Hinson, J.M., Hansen, D.A., Lawrence-Sidebottom, D., Skeiky, L., Riedy, S.M., Kurinec, C.A., Van Dongen, H.P.A. (2023). Effects of total sleep deprivation on components of top-down attentional control using a flexible attentional control task. *Journal of Sleep Research*, 32(2), e13744. <https://doi.org/10.1111/jsr.13744>
- Stöber, J. (2000). Prospective cognitions in anxiety and depression: Replication and methodological extension. *Cognition and Emotion*, 14(5), 725–729. <https://doi.org/10.1080/02699930050117693>
- Stokes, M., Thompson, R., Cusack, R., Duncan, J. (2009). Top-Down Activation of Shape-Specific Population Codes in Visual Cortex during Mental Imagery. *The Journal of Neuroscience*, 29(5), 1565–1572. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4657-08.2009>

- Strack, F., Schwarz, N., Gschneidinger, E. (1985). Happiness and reminiscing: The role of time perspective, affect, and mode of thinking. *Journal of Personality and Social Psychology*, 49(6), 1460–1469. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.49.6.1460>
- Straube, T., Preissler, S., Lipka, J., Hewig, J., Mentzel, H., Miltner, W.H.R. (2010). Neural representation of anxiety and personality during exposure to anxiety-provoking and neutral scenes from scary movies. *Human Brain Mapping*, 31(1), 36–47. <https://doi.org/10.1002/hbm.20843>
- Summerfeldt, L.J., Endler, N.S. (1998). Examining the evidence for anxiety-related cognitive biases in obsessive-compulsive disorder. *Journal of Anxiety Disorders*, 12(6), 579–598. [https://doi.org/10.1016/s0887-6185\(98\)00035-8](https://doi.org/10.1016/s0887-6185(98)00035-8)
- Sussman, T.J., Jin, J., Mohanty, A. (2016). Top-down and bottom-up factors in threat-related perception and attention in anxiety. *Biological Psychology*, 121, 160–172. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2016.08.006>
- Sylvers, P., Lilienfeld, S.O., LaPrairie, J.L. (2011). Differences between trait fear and trait anxiety: Implications for psychopathology. *Clinical Psychology Review*, 31(1), 122–137. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2010.08.004>
- Sylvester, C.M., Corbetta, M., Raichle, M.E., Rodebaugh, T.L., Schlaggar, B.L., Sheline, Y.I., Zorumski, C.F., Lenze, E.J. (2012). Functional network dysfunction in anxiety and anxiety disorders. *Trends in Neurosciences*, 35(9), 527–535. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2012.04.012>
- Szabadi, E. (2013). Functional neuroanatomy of the central noradrenergic system. *Journal of Psychopharmacology*, 27(8), 659–693. <https://doi.org/10.1177/0269881113490326>
- Takagi, Y., Sakai, Y., Abe, Y., Nishida, S., Harrison, B.J., Martínez-Zalacaín, I., Soriano-Mas, C., Narumoto, J., Tanaka, S.C. (2018). A common brain network among state, trait, and pathological anxiety from whole-brain functional connectivity. *NeuroImage*, 172, 506–516. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.01.080>
- Tallis, F., Eysenck, M., Mathews, A. (1991). Elevated evidence requirements and worry. *Personality and Individual Differences*, 12(1), 21–27. [https://doi.org/10.1016/0191-8869\(91\)90128-X](https://doi.org/10.1016/0191-8869(91)90128-X)
- Tallon, K., Ovanessian, M.M., Koerner, N., Dugas, M.J. (2020). Mental imagery in generalized anxiety disorder: A comparison with healthy control participants. *Behaviour Research and Therapy*, 127, 103571. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2020.103571>
- Tallon, M., Greenlee, M.W., Wagner, E., Rakoczy, K., Wiedermann, W., Frick, U. (2022). Assessing Heterogeneity in Students' Visual Judgment: Model-Based Partitioning of Image Rankings. *Frontiers in Psychology*, 13, 881558. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.881558>
- Tamietto, M., De Gelder, B. (2010). Neural bases of the non-conscious perception of emotional signals. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(10), 697–709. <https://doi.org/10.1038/nrn2889>
- Taube, J., Muller, R., Ranck, J. (1990). Head-direction cells recorded from the postsubiculum in freely moving rats. I. Description and quantitative analysis. *The Journal of Neuroscience*, 10(2), 420–435. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.10-02-00420.1990>

- Terlecki, M.S., Newcombe, N.S., Little, M. (2008). Durable and generalized effects of spatial experience on mental rotation: Gender differences in growth patterns. *Applied Cognitive Psychology*, 22(7), 996–1013. <https://doi.org/10.1002/acp.1420>
- Terlevic, R., Isola, M., Ragogna, M., Meduri, M., Canalaz, F., Perini, L., Rambaldelli, G., Travan, L., Crivellato, E., Tognin, S., Como, G., Zuiani, C., Bazzocchi, M., Balestrieri, M., Brambilla, P. (2013). Decreased hypothalamus volumes in generalized anxiety disorder but not in panic disorder. *Journal of Affective Disorders*, 146(3), 390–394. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2012.09.024>
- Thakkar, K.N., Brugger, P., Park, S. (2009). Exploring Empathic Space: Correlates of Perspective Transformation Ability and Biases in Spatial Attention. *PLoS ONE*, 4(6), e5864. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005864>
- Thomas, K.G.F., Laurance, H.E., Nadel, L., Jacobs, W.J. (2010). Stress-Induced Impairment of Spatial Navigation in Females. *South African Journal of Psychology*, 40(1), 32–43. <https://doi.org/10.1177/008124631004000104>
- Thompson, J.M., Nuerk, H.-C., Moeller, K., Cohen Kadosh, R. (2013). The link between mental rotation ability and basic numerical representations. *Acta Psychologica*, 144(2), 324–331. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2013.05.009>
- Thomsen, T., Hugdahl, K., Ersland, L., Barndon, R., Lundervold, A., Smievoll, A.I., Roscher, B.E., Sundberg, H. (2000). Functional magnetic resonance imaging (fMRI) study of sex differences in a mental rotation task. *Medical Science Monitor*, 6(6), 1186–1196.
- Thoresen, J.C., Francelet, R., Coltekin, A., Richter, K.-F., Fabrikant, S.I., Sandi, C. (2016). Not all anxious individuals get lost: Trait anxiety and mental rotation ability interact to explain performance in map-based route learning in men. *Neurobiology of Learning and Memory*, 132, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2016.04.008>
- Tinbergen, N. (1963). On aims and methods of Ethology. *Zeitschrift Für Tierpsychologie*, 20(4), 410–433. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.1963.tb01161.x>
- Todd, A.R., Forstmann, M., Burgmer, P., Brooks, A.W., Galinsky, A.D. (2015). Anxious and egocentric: How specific emotions influence perspective taking. *Journal of Experimental Psychology: General*, 144(2), 374–391. <https://doi.org/10.1037/xge0000048>
- Todd, B.K., Fischer, R.A., Di Costa, S., Roestorf, A., Harbour, K., Hardiman, P., Barry, J.A. (2018). Sex differences in children's toy preferences: A systematic review, meta-regression, and meta-analysis. *Infant and Child Development*, 27(2), e2064. <https://doi.org/10.1002/icd.2064>
- Tomasino, B., Gremese, M. (2016). Effects of Stimulus Type and Strategy on Mental Rotation Network: An Activation Likelihood Estimation Meta-Analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00693>
- Towle, E., Mann, J., Kinsey, B., O'Brien, E.J., Bauer, C.F., Champoux, R. (2005). Assessing the self efficacy and spatial ability of engineering students from multiple disciplines. W: *Proceedings Frontiers in Education 35th Annual Conference* (s. S2C–15). IEEE. <https://doi.org/10.1109/FIE.2005.1612216>
- Traczyk, A., Trzebski, W. (2015). *Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL.

- Tully, P.J., Cosh, S.M., Baune, B.T. (2013). A review of the affects of worry and generalized anxiety disorder upon cardiovascular health and coronary heart disease. *Psychology, Health and Medicine*, 18(6), 627–644. <https://doi.org/10.1080/13548506.2012.749355>
- Twenge, J.M., Joiner, T.E. (2020). U.S. Census Bureau-assessed prevalence of anxiety and depressive symptoms in 2019 and during the 2020 COVID-19 pandemic. *Depression and Anxiety*, 37(10), 954–956. <https://doi.org/10.1002/da.23077>
- Uddin, L.Q., Supekar, K.S., Ryali, S., Menon, V. (2011). Dynamic Reconfiguration of Structural and Functional Connectivity Across Core Neurocognitive Brain Networks with Development. *The Journal of Neuroscience*, 31(50), 18578–18589. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4465-11.2011>
- Ungerleider, L. (1994). „What” and „where” in the human brain. *Current Opinion in Neurobiology*, 4(2), 157–165. [https://doi.org/10.1016/0959-4388\(94\)90066-3](https://doi.org/10.1016/0959-4388(94)90066-3)
- Unsworth, N., Robison, M.K., Miller, A.L. (2022). On the relation between working memory capacity and the antisaccade task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 48(10), 1420–1447. <https://doi.org/10.1037/xlm0001060>
- Uttal, D.H., Meadow, N.G., Tipton, E., Hand, L.L., Alden, A.R., Warren, C., Newcombe, N.S. (2013). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin*, 139(2), 352–402. <https://doi.org/10.1037/a0028446>
- Vajsbaher, T., Schultheis, H., Francis, N.K. (2018). Spatial cognition in minimally invasive surgery: A systematic review. *BMC Surgery*, 18(1), 94. <https://doi.org/10.1186/s12893-018-0416-1>
- Van Bockstaele, B., Verschuere, B., Tibboel, H., De Houwer, J., Crombez, G., Koster, E.H. (2014). A review of current evidence for the causal impact of attentional bias on fear and anxiety. *Psychological Bulletin*, 140(3), 682–721. <https://doi.org/10.1037/a0034834>
- Van Essen, D.C., Felleman, D.J., DeYoe, E.A., Olavarria, J., Knierim, J. (1990). Modular and Hierarchical Organization of Extrastriate Visual Cortex in the Macaque Monkey. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 55, 679–696. <https://doi.org/10.1101/SQB.1990.055.01.064>
- Van Leeuwen, A.M., Bladh, M.L. (2016). *Textbook of laboratory and diagnostic testing: Practical application of nursing process at the bedside*. FA Davis.
- Vandenberg, S.G., Kuse, A.R. (1978). Mental Rotations, a Group Test of Three-Dimensional Spatial Visualization. *Perceptual and Motor Skills*, 47(2), 599–604. <https://doi.org/10.2466/pms.1978.47.2.599>
- Velten, E. (1968). A laboratory task for induction of mood states. *Behaviour Research and Therapy*, 6(4), 473–482. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(68\)90028-4](https://doi.org/10.1016/0005-7967(68)90028-4)
- Verdine, B.N., Golinkoff, R.M., Hirsh-Pasek, K., Newcombe, N.S. (2014). Finding the missing piece: Blocks, puzzles, and shapes fuel school readiness. *Trends in Neuroscience and Education*, 3, 7–13. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2014.02.005>
- Verdine, B.N., Lucca, K.R., Golinkoff, R.M., Hirsh-Pasek, K., Newcombe, N.S. (2016). The Shape of Things: The Origin of Young Children's Knowledge of the Names and Properties of Geometric Forms. *Journal of Cognition and Development*, 17(1), 142–161. <https://doi.org/10.1080/15248372.2015.1016610>

- Viaud-Delmon, I., Berthoz, A., Jouvent, R. (2002). Multisensory integration for spatial orientation in trait anxiety subjects: Absence of visual dependence. *European Psychiatry*, 17(4), 194–199. [https://doi.org/10.1016/S0924-9338\(02\)00667-3](https://doi.org/10.1016/S0924-9338(02)00667-3)
- Vicario, C.M., Nitsche, M.A., Salehinejad, M.A., Avanzino, L., Martino, G. (2020). Time Processing, Interoception, and Insula Activation: A Mini-Review on Clinical Disorders. *Frontiers in Psychology*, 11, 1893. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01893>
- Vogel, J.J., Bowers, C.A., Vogel, D.S. (2003). Cerebral lateralization of spatial abilities: A meta-analysis. *Brain and Cognition*, 52(2), 197–204. [https://doi.org/10.1016/S0278-2626\(03\)00056-3](https://doi.org/10.1016/S0278-2626(03)00056-3)
- Voyer, D., Voyer, S., Bryden, M.P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: a meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychological Bulletin*, 117(2), 250. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.117.2.250>
- Voyer, D., Voyer, S.D., Saint-Aubin, J. (2017). Sex differences in visual-spatial working memory: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin and Review*, 24(2), 307–334. <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1085-7>
- Wager, T.D., Waugh, C.E., Lindquist, M., Noll, D.C., Fredrickson, B.L., Taylor, S.F. (2009). Brain mediators of cardiovascular responses to social threat. *NeuroImage*, 47(3), 821–835. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.05.043>
- Wai, J., Lubinski, D., Benbow, C.P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 817–835. <https://doi.org/10.1037/a0016127>
- Wallsten, D., Norell, A., Anniko, M., Eriksson, O., Lamourin, V., Halldin, I., Kindbom, T., Hesser, H., Watkins, E., Tillfors, M. (2023). Treatment of worry and comorbid symptoms within depression, anxiety, and insomnia with a group-based rumination-focused cognitive-behaviour therapy in a primary health care setting: A randomised controlled trial. *Frontiers in Psychology*, 14, 1196945. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1196945>
- Wang, D., Levine, J.L.S., Avila-Quintero, V., Bloch, M., Kaffman, A. (2020). Systematic review and meta-analysis: Effects of maternal separation on anxiety-like behavior in rodents. *Translational Psychiatry*, 10(1), 174. <https://doi.org/10.1038/s41398-020-0856-0>
- Watson, D., Clark, L.A. (1984). Negative affectivity: The disposition to experience aversive emotional states. *Psychological Bulletin*, 96(3), 465–490. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.96.3.465>
- Weger, M., Sandi, C. (2018). High anxiety trait: A vulnerable phenotype for stress-induced depression. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 87, 27–37. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.01.012>
- Wei, W., Chen, C., Dong, Q., Zhou, X. (2016). Sex Differences in Gray Matter Volume of the Right Anterior Hippocampus Explain Sex Differences in Three-Dimensional Mental Rotation. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00580>
- Wells, A., Clark, D.M., Salkovskis, P., Ludgate, J., Hackmann, A., Gelder, M. (1995). Social phobia: The role of in-situation safety behaviors in maintaining anxiety and negative beliefs. *Behavior Therapy*, 26(1), 153–161. [https://doi.org/10.1016/S0005-7894\(05\)80088-7](https://doi.org/10.1016/S0005-7894(05)80088-7)

- Wells, A., Mayer, R.E., Plass, J.L., Homer, B.D. (2021). Playing a Video Game and Learning to Think: What's the Connection? *Journal of Cognitive Enhancement*, 5(4), 459–467. <https://doi.org/10.1007/s41465-021-00214-7>
- Werner-Seidler, A., Moulds, M.L. (2011). Autobiographical memory characteristics in depression vulnerability: Formerly depressed individuals recall less vivid positive memories. *Cognition and Emotion*, 25(6), 1087–1103. <https://doi.org/10.1080/02699931.2010.531007>
- Wessa, M., Kanske, P., Neumeister, P., Bode, K., Heissler, J., Schönfelder, S. (2010). EmoPics: Subjektive und psychophysiologische Evaluation neuen Bildmaterials für die klinisch-bio-psychologische Forschung. *Zeitschrift für Klinische Psychologie und Psychotherapie*, 39(77).
- Westermann, R., Spies, K., Stahl, G., Hesse, F.W. (1996). Relative effectiveness and validity of mood induction procedures: A meta-analysis. *European Journal of Social Psychology*, 26(4), 557–580. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0992\(199607\)26:4<557::AID-EJSP769>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0992(199607)26:4<557::AID-EJSP769>3.0.CO;2-4)
- Wexler, M., Kosslyn, S.M., Berthoz, A. (1998). Motor processes in mental rotation. *Cognition*, 68(1), 77–94. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(98\)00032-8](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(98)00032-8)
- Whinnery, J., Jackson, N., Rattanaumpawan, P., Grandner, M.A. (2014). Short and Long Sleep Duration Associated with Race/Ethnicity, Sociodemographics, and Socioeconomic Position. *Sleep*, 37(3), 601–611. <https://doi.org/10.5665/sleep.3508>
- Whitney, P., Hinson, J.M., Nusbaum, A.T. (2019). A dynamic attentional control framework for understanding sleep deprivation effects on cognition. W: *Progress in Brain Research* (t. 246, s. 111–126). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2019.03.015>
- Wiedenbauer, G., Jansen-Osmann, P. (2008). Manual training of mental rotation in children. *Learning and Instruction*, 18(1), 30–41. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.09.009>
- Wieser, M.J., Pauli, P., Weyers, P., Alpers, G.W., Mühlberger, A. (2009). Fear of negative evaluation and the hypervigilance-avoidance hypothesis: An eye-tracking study. *Journal of Neural Transmission*, 116(6), 717–723. <https://doi.org/10.1007/s00702-008-0101-0>
- Wilson, K.A., Clark, D.A., MacNamara, A. (2021). Using item response theory to select emotional pictures for psychophysiological experiments. *International Journal of Psychophysiology*, 162, 166–179. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2021.02.003>
- Witkin, H.A., Goodenough, D.R. (1981). Cognitive styles: Essence and origins. Field dependence and field independence. *Psychological Issues*, 51, 1–141.
- Wohlschläger, A., Wohlschläger, A. (1998). Mental and manual rotation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24(2), 397–412. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.24.2.397>
- Wojcik, G.M., Shriki, O., Kwasniewicz, L., Kawiak, A., Ben-Horin, Y., Furman, S., Wróbel, K., Bartosik, B., Panas, E. (2023). Investigating brain cortical activity in patients with post-COVID-19 brain fog. *Frontiers in Neuroscience*, 17, 1019778. <https://doi.org/10.3389/fnins.2023.1019778>
- Wolbers, T., Hegarty, M. (2010). What determines our navigational abilities? *Trends in Cognitive Sciences*, 14(3), 138–146. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.01.001>

- Wolters, L.H., De Haan, E., Vervoort, L., Hogendoorn, S.M., Boer, F., Prins, P.J.M. (2012). The time-course of threat processing in children: A temporal dissociation between selective attention and behavioral interference. *Anxiety, Stress and Coping*, 25(3), 259–273. <https://doi.org/10.1080/10615806.2011.581278>
- Won, E., Kim, Y.-K. (2020). Neuroinflammation-Associated Alterations of the Brain as Potential Neural Biomarkers in Anxiety Disorders. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(18), 6546. <https://doi.org/10.3390/ijms21186546>
- Wood, B.M., Harris, J.A., Raichlen, D.A., Pontzer, H., Sayre, K., Sancilio, A., Berbesque, C., Crittenden, A.N., Mabulla, A., McElreath, R., Cashdan, E., Jones, J.H. (2021). Gendered movement ecology and landscape use in Hadza hunter-gatherers. *Nature Human Behaviour*, 5, 436–446. <https://doi.org/10.1038/s41562-020-01002-7>
- Wraga, M., Creem, S.H., Proffitt, D.R. (2000). Updating displays after imagined object and viewer rotations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26(1), 151–168. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.26.1.151>
- Wraga, M., Shephard, J.M., Church, J.A., Inati, S., Kosslyn, S.M. (2005). Imagined rotations of self versus objects: An fMRI study. *Neuropsychologia*, 43(9), 1351–1361. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2004.11.028>
- Wright, R., Thompson, W.L., Ganis, G., Newcombe, N.S., Kosslyn, S.M. (2008). Training generalized spatial skills. *Psychonomic Bulletin and Review*, 15(4), 763–771. <https://doi.org/10.3758/PBR.15.4.763>
- Wright, C.A., Dobson, K.S., Sears, C.R. (2014). Does a high working memory capacity attenuate the negative impact of trait anxiety on attentional control? Evidence from the antisaccade task. *Journal of Cognitive Psychology*, 26(4), 400–412. <https://doi.org/10.1080/20445911.2014.901331>
- Wu, H., Shah, P. (2004). Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. *Science Education*, 88(3), 465–492. <https://doi.org/10.1002/sce.10126>
- Xie, S., Kaiser, D., Cichy, R.M. (2020). Visual Imagery and Perception Share Neural Representations in the Alpha Frequency Band. *Current Biology*, 30(13), 2621–2627. e5. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.04.074>
- Yang, C., Moore, A., Mpofu, E., Dorstyn, D., Li, Q., Yin, C. (2020). Effectiveness of Combined Cognitive and Physical Interventions to Enhance Functioning in Older Adults With Mild Cognitive Impairment: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *The Gerontologist*, 60(8), e633–e642. <https://doi.org/10.1093/geront/gnz149>
- Yang, J.C., Chen, S.Y. (2010). Effects of gender differences and spatial abilities within a digital pentominoes game. *Computers and Education*, 55(3), 1220–1233. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.05.019>
- Yang, Y., Miskovich, T.A., Larson, C.L. (2018). State Anxiety Impairs Proactive but Enhances Reactive Control. *Frontiers in Psychology*, 9, 2570. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02570>
- Yerkes, R.M., Dodson, J.D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, 18(5), 459–482. <https://doi.org/10.1002/cne.920180503>

- Yeung, R.C., Sokolowski, H.M., Fan, C.L., Fernandes, M., Levine, B. (2024). *The curse of imagery: Trait object and spatial imagery differentially relate to trauma and stress outcomes*. <https://doi.org/10.31234/osf.io/6fp9w>
- Yiend, J. (2010). The effects of emotion on attention: A review of attentional processing of emotional information. *Cognition and Emotion*, 24(1), 3–47. <https://doi.org/10.1080/02699930903205698>
- Zacks, J.M. (2008). Neuroimaging Studies of Mental Rotation: A Meta-analysis and Review. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(1), 1–19. <https://doi.org/10.1162/jocn.2008.20013>
- Zacks, J.M., Mires, J., Tversky, B., Hazeltine, E. (2000). Mental spatial transformations of objects and perspective. *Spatial Cognition and Computation*, 2(4), 315–332. <https://doi.org/10.1023/A:1015584100204>
- Zacks, J.M., Vettel, J.M., Michelon, P. (2003). Imagined Viewer and Object Rotations Dissociated with Event-Related fMRI. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15(7), 1002–1018. <https://doi.org/10.1162/089892903770007399>
- Zajkowski, W., Jankowiak-Siuda, K. (2014). Rola sieci istotności w deficytach poznawczych i afektywnych. *Neuropsychiatria i Neuropsychologia*, 9(3–4), 112–119.
- Zatorre, R.J., Halpern, A.R., Bouffard, M. (2010). Mental Reversal of Imagined Melodies: A Role for the Posterior Parietal Cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(4), 775–789. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21239>
- Zell, E., Krizan, Z., Teeter, S.R. (2015). Global gender differences can be operationalized and tested. *American Psychologist*, 70(7), 664–665. <https://doi.org/10.1037/a0039590>
- Zeman, A., Dewar, M., Della Sala, S. (2015). Lives without imagery – Congenital aphantasia. *Cortex*, 73, 378–380. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2015.05.019>
- Zeman, A., Dewar, M., Della Sala, S. (2016). Reflections on aphantasia. *Cortex*, 74, 336–337. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2015.08.015>
- Zhao, S., Toniolo, S., Hampshire, A., Husain, M. (2023). Effects of COVID-19 on cognition and brain health. *Trends in Cognitive Sciences*, 27(11), 1053–1067. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2023.08.008>
- Zhou, Y., Wen, D., Lu, H., Yao, W., Liu, Y., Qian, W., Yuan, J. (2020). The Current Research of Spatial Cognitive Evaluation and Training With Brain-Computer Interface and Virtual Reality. *Frontiers in Neuroscience*, 13, 1439. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.01439>
- Zidda, F., Andoh, J., Pohlack, S., Winkelmann, T., Dinu-Biringer, R., Cavalli, J., Rutherford, M., Nees, F., Flor, H. (2018). Default mode network connectivity of fear- and anxiety-related cue and context conditioning. *NeuroImage*, 165, 190–199. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.10.024>
- Zwart, J.-A., Dyb, G., Hagen, K., Ødegård, K.J., Dahl, A.A., Bovim, G., Stovner, L.J. (2003). Depression and anxiety disorders associated with headache frequency. The Nord-Trøndelag Health Study. *European Journal of Neurology*, 10(2), 147–152. <https://doi.org/10.1046/j.1468-1331.2003.00551.x>



Marta Glinka — doktor psychologii, adiunkt na Wydziale Psychologii Pracy i Organizacji, psychofizjolog w zespole Badań i Rozwoju w przemyśle motoryzacyjnym. Prowadziła badania dotyczące m.in. wpływu emocji na funkcjonowanie wyobraźni przestrzennej, psychofizjologicznych korelatów obciążenia zadaniowego, neurokorelatów świadomości, znaczenia odpoczynku dla dobrostanu pracowników. Przez wiele lat związana z psychofizjologią lotniczą, prowadziła szkolenia prak-

tyczne dla pilotów na temat świadomości zagrożenia niedotlenieniem wysokościowym, sesje neurobiofeedbackowe skoncentrowane na optymalizacji pracy umysłu, diagnostykę funkcji kognitywnych z użyciem Wiedeńskiego Systemu Testów. Odbyła staż na Uniwersytecie Jagiellońskim w Laboratorium Badania Świadomości.

Monografia Marty Glinki jest źródłem wielu poznawczo ważnych informacji na temat związku pomiędzy lękiem a wyobraźnią przestrzenną. Autorka pokazuje zjawiska lęku i wyobraźni oraz ich zróżnicowanie, a także mechanizmy stanowiące podłoże. W sposób kompetentny omawia zarówno mechanizmy kognitywne, jak i neurobiologiczne. Problematyka, którą Autorka podejmuje, jest oryginalna i wartościowa – nie tylko ze względów poznawczych, ale też aplikacyjnych. Człowiek bowiem doświadcza lęku w różnych okolicznościach życiowych i to doświadczenie może mieć wpływ na jego zachowanie, wykonywanie różnych operacji wyobrażeniowych, w tym powiązanych z wyobraźnią przestrzenną.

ISBN 978-66983-44-1 (numer tomu 22)

ISBN 978-83-66983-22-9 (numer kolekcji)